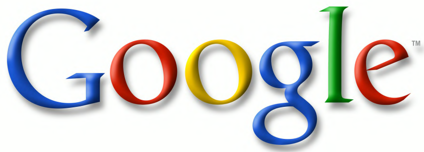





SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
ET
VE RI TS

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

TWEEDE REEKS.

EERSTE DEEL.



AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1866.

GEDRUKT BIJ W. J. DE ROEVER KRÖBER.

INHOUD

VAN HET

EERSTE DEEL,

TWEEDE REEKS.



VERSLAGEN.

VERHANDELINGEN.

ZESDE VERVOLG EN SLOT VAN HET VERSLAG

OVER

DE VERZAKKING TE NIJMEGEN.

DOOR

J. P. DELPRAT EN F. W. CONRAD.

In ons laatste verslag over de verzakking te Nijmegen vindt men de waarnemingen opgeteekend, die door den Gemeente-Architect VAN DER KEMP gedurende den winter van 1862 op 1863 gedaan werden.

Sedert dien tijd werd de toestand der verzakking weder oplettend gadegeslagen. Nogtans was het bezwaarlijk de juiste tijdstippen der verzakkingen aan te geven, hetgeen zich verklaren laat uit de geringe verandering, die zich in den loop van het laatste jaar heeft voorgedaan. Alleen in de maanden Julij en Augustus is op enkele punten eene zakking van ongeveer 2 duim waargenomen, welke zakking in verband kan worden gebragt met den lagen rivierstand in die maanden.

De veranderingen, die hebben plaats gehad, kunnen blijken uit de volgende tabellen, waarin de waterpassingen en afstandmetingen, op den 15den April 1864 gedaan, vergeleken worden met die, welke ruim een jaar te voren werden ondernomen.

WATERPASSING VAN HET VERZAKTE GEDEELTE.

VOLG-N°.	AANWIJZING DER PUNTEN.	1863. 11 Febr.	1864. 15 April.
		+ A.P.	+ A.P.
1	Peilsteen, gevel MEURS	13.57	13.57
2	Kade bij de peilschaal, op de kaart lett. M.	11.20	11.18
3	Kade voor de Galerij, op de kaart lett. O	10.65	10.65
4	Peilsteen in de Kraan, aanwijzende 13.35 + A.P.	12.44	12.44
5	Kade voor de Groote straat, op de kaart lett. N	10.41	10.41
6	Kade voor het Rotterdamsche Koffijhuis, lett. G	11.44	11.44
7	Hoek ringmuur naast het Koepeltje	12.74	12.72
8	Drie el lager op denzelfden muur	12.36	12.36
9	Afgeronde hoek van denzelfden muur bij de Groote straat	12.30	12.30
10	Midden van de Groote straat	10.90	10.88
11	Afgeronde hoek ringmuur van de Oude Vischmarkt en Groote straat	12.77	12.74

UITKOMSTEN VAN DE METING DER AFSTANDEN VAN DEN KADEMUUR TOT DAARACHTER GELEGEN PUNTEN BUITEN DE VERZAKKING.

VOLG-N°.	PLAATS DER METINGEN.	1863. 11 Febr.	1864. 15 April.
		El.	El
1	Voor het Rotterdamsche Koffijhuis van den kant van de plint des pilasters aan de deuropening oostzijde van het gebouw.	8.75	8.75
2	Van de stoep van het huis Langendam tot den spijker, geslagen op 25.93 el uit het midden van het merk voor de Stoombooten op de Kraan.	32.13	32.28
3	Van den hoek van het achterhuis de Zalm op de Vischmarkt, langs de houten palen tot aan den spijker beneden de Kraan, 10.90 el uit het merk als boven genoemd	38.18	38.32
4	Van den peilsteen 12.55 el vóór de stoep van MEURS, tot den peilsteen 11.20 el aan de Kade	22.71	22.75

Uit deze metingen blijkt, dat de zakking gedurende een tijdsverloop van meer dan een jaar op verscheidene punten niet merkbaar is geweest, terwijl op andere punten eene verlaging van hoogstens 3 duim is waargenomen. In verband met de uitkomsten van vorige jaren, is dus de zakking onbeduidend te noemen.

Op drie punten is eene vooruitschuiving waargenomen, en wel van 15, 14 en 4 duim. Die beweging, hoewel niet onbelangrijk, schijnt ons evenwel niet verontrustend toe, aangezien zij, met die van vorige jaren vergeleken, ook afnemende is. Gedurende het kortere tijdvak van 17 Maart 1862 tot 11 Februarij 1863 bedroeg de vooruitschuiving der twee eerstbedoelde punten 15 duim, en is dus, dien korteren tijd in aanmerking genomen, toen meer belangrijk geweest dan in den laatsten tijd.

Op den 19den en 20sten Januarij 1864 werden over het ijs twee dwarspeilingen der rivier gedaan, waarvan wij de uitkomsten, vergeleken met die van 1861, hier laten volgen.

DWARSPEILINGEN OVER DE RIVIER DE WAAL VOOR NIJMEGEN.

Raai N°. 1. Van het kantoor van den Heer THIJSSEN op het uiteinde van de peppelenboomen te Lent.

Raai N°. 2. Van 54 El boven de kraan op het achterhuis of de schuur van CRIJNEN te Lent.

De peilingen zijn herleid tot een waterstand van 3 El Nijmegensch peil.

AFSTANDEN.	RAAI N°. 1.		RAAI N°. 2.	
	1861 23 Jan.	1864 19 Jan.	1861 23 Jan.	1864 19 Jan.
	El.	El.	El.	El.
5 El van de kade	—	4.50	—	3.44
10 " " " "	5.05	6.30	5.80	5.90
15 " " " "	—	7.40	—	8.20
20 " " " "	8.70	7.90	9.55	9.60

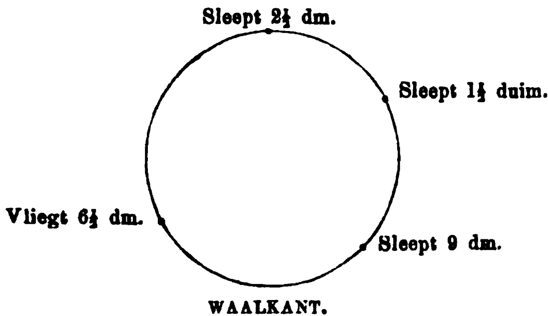
AFSTANDEN.	RAAI N°. 1.		RAAI N°. 2.	
	1861 23 Jan.	1864 19 Jan.	1861 23 Jan.	1864 19 Jan.
	El.	El.	El.	El.
25 El van de kade	—	8 30	—	10.00
30 〃 〃 〃 〃	9.40	8.80	11.05	10.55
35 〃 〃 〃 〃	—	9.00	—	10.90
40 〃 〃 〃 〃	9.90	9.00	10.75	10.50
45 〃 〃 〃 〃	—	—	—	10.30
50 〃 〃 〃 〃	10.45	9.10	10.05	10.15
60 〃 〃 〃 〃	8 95	8.80	10.05	9.65
70 〃 〃 〃 〃	8.95	7.40	10.10	8.55
80 〃 〃 〃 〃	8.15	5.50	8.80	7.70
90 〃 〃 〃 〃	7.55	5.00	7.80	6.65
100 〃 〃 〃 〃	6.45	5.00	7.30	5.75
120 〃 〃 〃 〃	6.50	4.65	6.05	3.90
140 〃 〃 〃 〃	6.20	4.70	4.55	2.90
160 〃 〃 〃 〃	5.55	4.80	3.65	2.50
180 〃 〃 〃 〃	5.30	4.75	3.70	2.30
200 〃 〃 〃 〃	5.05	4.70	2.65	2.50
220 〃 〃 〃 〃	4.40	4.40	2.55	2.60
230 〃 〃 〃 〃	3.80	4.40	2.45	2.60
240 〃 〃 〃 〃	3.80	4.40	—	2.60

Bij onderlinge vergelijking der peilingen, gedaan in raai N°. 1, blijkt, dat de meeste diepte van het stroombed sedert 1861 wel op dezelfde plaats is gebleven, namelijk op 50 El van de kade, doch dat die diepte ruim 0.50 El verminderd is.

Uit de peilingen in raai N°. 2 blijkt, dat op het punt van grootste diepte, dat zich in 1861 op 30 El afstand van de kade bevond, thans 0.50 El minder diepte gepeild wordt. De grootste diepte wordt thans op 35 El uit de kade aangetroffen, doch blijft evenwel beneden die van 1861. Verder van de kade is de bodem aanmerkelijk ondieper geworden.

Even als in vorige jaren en het laatst in Maart 1862

is de stand van de kraan door aflooding bepaald, en wel op den 3den Junij 1864.



Vergelijkt men de nu gedane meting met de voorgaande, dan blijkt het, dat in een tijdsbestek van ruim twee jaar de helling aan de noordoostzijde slechts met 1½ duim, en de sleping in noordwestelijke rigting met 5 duim is toegenomen.

Daar de aflooding op eene hoogte van 5.50 El van het muurvlak heeft plaats gehad, zijn deze afwijkingen slechts gering, terwijl overigens het goede werken van de kraan voor weinig beduidende zettingen pleit.

In het laatst van December des voorleden jaars had men algemeen een ongekenden lagen rivierstand.

Te Nijmegen stond het water:

28	Dec.	1864,	1.20 El	Nijmeg.	peil of	7.42 El + A.P.
29	"	"	0.71 El	"	" "	6.93 El + A.P.
30	"	"	0.70 El	"	" "	6.90 El + A.P.

Dit bleef niet zonder invloed op de verzakking.

Op 29 December nam de beweging sterk toe, zoodat op 30 December in de Groote Straat en voor het koepeltje eene verlaging van 0.30 El werd waargenomen.

Het Gemeentebestuur van Nijmegen gaf daarvan kennis aan Zijne Excellentie den Minister van Binnenlandsche

Zaken, hetwelk aanleiding gaf tot een onderzoek van den tegenwoordigen toestand, dat door den tweeden ondergeteekende in zijne kwaliteit, aan den Hoofd-Ingenieur van Gelderland, Jhr. ORTT VAN SCHONAUWEN, te Arnhem, en aan den Ingenieur VAN DER TOORN, residerende te Nijmegen, werd opgedragen.

De Ingenieur VAN DER TOORN zond in Januarij van dit jaar eene naauwkeurige opneming, die wij hier ter bezigtiging aanbieden, doch die wij als zeer na overeenkomende met de vroegere opnemingen, om der kosten wille, niet bij dit verslag zullen overleggen.

De Ingenieur VAN DER TOORN heeft den platten grond en de dwarsprofillen terzelfder plaatse genomen, als die welke in ons eerste verslag voorkomen, en voor zoover den platten grond aangaat, op gelijke schaal geteekend. Tot verduidelijking hebben wij de dwarsprofillen op eene grootere schaal doen overteekenen, waarbij is in acht genomen, dat de lengten en diepten op dezelfde schaal gebragt zijn, waardoor de juiste helling van den bodem in de ware gedaante vertoond wordt.

Hij heeft de later bijgebouwde keermuurtjes en de thans bestaande meerpalen in rood aangewezen, en duidelijkheidshalve de Rijks- en Stadspeilschalen, het waarschuwingsbord voor den telegraafkabel, de trappen bij de peilschalen, de trottoirs enz. er op aangeduid, en eenige afmetingen daarbij gevoegd, alsmede de afwijking en overzetting van den kaaimuur.

De rigting van den stroomdraad wordt door twee pijltjes, en de bestaande *neer*, die tusschen den kraan en de peilschaal bestaat, door eene stippellijn aangetoond.

De waargenomen hoogten in ieder der profillen, op 2 El onderlingen afstand, zijn in de vertikale lijnen, die door de punten van waarneming gaan, aangegeven.

Ten einde de doorsneden van het terrein zoo duidelijk

mogelijk ook rivierwaarts voor te stellen, zijn in de raailijnen der dwarsprofillen tot op 20 en 24 El uit den kaaimuur peilingen in de rivier gedaan, op 1 El onderlingen afstand, waarvan de waargenomen diepten in elk der loodlijnen zijn aangegeven.

Om de beweging sedert 1857 duidelijk in het oog te doen vallen, is in twee der dwarsprofillen de toestand van 1857 in rood, en het tegenwoordige terrein in bruin geteekend.

In een profil bij de kraan is de peilmerksteen aangewezen, waarvan de groef ingehakt is op 13.35 El + A.P. welke hoogte in Januarij 12.32 El + A.P. bevonden is.

Het is hieruit gebleken, dat de verzakking sedert 1857 niet in omvang is toegenomen, en zich thans nog onder dezelfde gedaante, en onder dezelfde verschijnselen, vertoont als toen, en dat, hoewel het geheele geärceerde terrein is blijven zakken, de grootste zakking zich over de door eene donkere tint aangewezen strook heeft blijven bepalen.

Sedert 1857 is de kade bij C. 58^{dm}, de kade bij E. 31^{dm}, de peilschaal 5 duim en de kraan 63 duim verzakt.

Bij de laatste verzakking is de kademuur bij C. afgeweken en van boven 26 duim rivierwaarts overgezet.

De houten peilschaal, die tegen de rijkspeilschaal bevestigd is, komt nog overeen met de vervangschaal tegen het huis VAN MEURS, en is sedert de plaatsing niet verzakt.

Overigens teekent zich de verzakking overal in hare afscheiding met het onverzakt gebleven gedeelte van het terrein even scherp als vroeger.

—

Bij de opneming door den Ingenieur VAN DER TOORN gedaan, waren eenige opmerkingen gevoegd, die wij U, Mijne Heeren, niet willen onthouden, omdat de zaak daarbij uit een ander oogpunt dan het onze wordt beschouwd.

Wanneer men de peilingen nagaat, die in ons Tweede vervolgverslag en in ons Derde vervolgverslag zijn opgegeven, dan zal men zien, dat de meeste plaatsen voor de kade niet verdiept zijn, en dat er zulke geringe verschillen van verondieping en verdieping hebben plaats gehad, dat het profil der rivier op die plaatsen als niet veranderd mag worden aangemerkt.

Wij trokken dan ook in ons derde vervolgverslag uit deze peilingen het besluit, dat er over het algemeen in de rivier voor de stad nabij den wal eer *verondieping* dan *verdieping* heeft plaats gehad, en dat de helling van den onder water zijnden rivieroever tot aan den bodem nergens steiler is, dan aan den aard der grondsoort toekomt.

Dit blijkt uit de medegedeelde profillen, wanneer die in haren natuurlijken vorm worden voorgesteld.

Wij hebben ook thans geen aanleiding om van dat gevoelen af te gaan.

Wij mogen tot ondersteuning daarvan nog de volgende eenvoudige beschouwing aangeven.

In de rivier bestaat eene onophoudelijke afstrooming van water. Of de waterstand hoog of laag is, altijd is er stroom; bij hoogwater zelfs veel sterker dan bij middelbaren of laagwaterstand.

Wanneer nu de verzakking aan den aanval van den stroom te wijten was, dan volgt daaruit, dat de verzakking ook onafgebroken zou moeten doorgaan, en met hoogwater zelfs erger zou zijn dan met laagwaterstand.

Het tegendeel heeft echter plaats. De ondervinding heeft doen zien, dat ze bij ongeveer 2 El Nijmegensch peil aanvangt, bij lager water aanhoudt, en bij hooger water geheel buiten werking is.

Het schijnt ons toe dat dit een eenvoudig doch krachtig bewijs is, dat de verzakking niet aan den aanval van den stroom kan worden toegeschreven.

De rivier heeft, zoo als wij dat in ons Derde vervolgverslag hebben opgemerkt, geen anderen invloed op de verzinking dan dien, welke aan de meerdere of mindere hoogte van haren waterstand is toe te schrijven.

Behalve de regthoekige stroomaanval, is er volgens den Ingenieur VAN DER TOORN nog eene oorzaak, die de ondermijning van de kade voor Nijmegen bevordert, namelijk: dat er vóór de stad eene plaatselijke stroomversnelling plaats vindt, waardoor de wegschuiving der gronden in nog meerdere mate bevorderd wordt.

Hij berekent bij middelbaren rivierstand:

Den inhoud van de profillen in de bovenste peilraai van de Belvedère op de krib (R.O.).	2253 □ El.
Het profil voor de Veerpoort.	2032 □ El.
Het profil tusschen de kraan en den kop van den veerdam.	1610 □ El.

Bij een waterstand van 11.16 el + A.P. of 2.18 El + midd. Riv. wanneer de kop van den veerdam en de kademuur nog boven water zijn, zijn de inhouden:

Profil bovenste peilraai van de Belvedère op de krib.	3274 □ El.
Profil tusschen de kraan en den veerdam . .	2207 □ El.
Zijnde een verschil van.	1067 □ El.

Hij trekt daaruit het gevolg (hetgeen wel door niemand zal worden tegengesproken), dat, daar uit den aard der zaak dezelfde massa water in gelijke tijdsruimte door de beide profillen passeren moet, de stroomsnelheid in de omgekeerde reden van den vierkanten inhoud van de profillen moet toenemen. De snelheid zal bijgevolg (zegt de Heer

VAN DER TOORN) tegenover de kraan, dat is tegenover de verzakking, $\frac{1}{3}$ meer moeten bedragen dan onmiddellijk boven de stad.

Dit alles is zeer juist, maar men ziet ook, dat de snelheid bij hooger stand veel grooter is dan bij lager stand, en de verzakking luistert juist naar den omgekeerden regel. Hoe hooger waterstand en daardoor meerdere snelheid, hoe minder verzakking, en hoe lager waterstand en daardoor mindere snelheid, hoe grooter verzakking.

Intusschen mogen wij niet voorbijgaan, dat wij altijd erkend hebben en nog erkennen, dat het riviervak voor Nijmegen veel te wenschen overlaat. Men zie daaromtrent ons Derde vervolgverslag.

Daar leest men:

„Sterke en plotselijke vernaauwingen en verwijdingen in „opvolgende rivierprofillen is algemeen, in meer dan een „opzigt, als nadeelig voor scheepvaart en waterafvoer be„schouwd. Bij te groote breedte ontstaan verondiepingen, „en bij vernaauwingen vermeerdering van diepte en stroom„snelheid die nadeelig kunnen zijn. Uit de vergelijking „der rivierprofillen tegenover Nijmegen met die daarboven „en beneden, zou men het gevolg kunnen trekken, dat „het profil der rivier vóór de stad niet geheel en al in „evenredigheid staat met de profillen der rivier boven- en „benedenwaarts, en dat het nuttig kan zijn, die evenre„digheid door eene *verbetering van het riviervak* te her„stellen. Ofschoon wij nu (zoo zeiden wij daar verder) „het verband hiervan met de verzinking ontkennen, en dat „wij gelooven, dat het niets tot het verminderen der ver„zinking zal kunnen toebrengen, zoo achten wij het echter „niet overbodig de aandacht daarop te vestigen, daar wij „meenen dat het in het algemeen eene nuttige en aan„bevelingswaardige zaak zou zijn, ernstig eene verbete-

„ring van dit geheele riviervak in overweging te ne-
„men."

Volgens het gevoelen van den Ingenieur VAN DER TOORN wordt door den sterken stroom de grond langs den voet der kade weggevoerd en weder aangevuld door den achterliggenden grond; van daar verzakking achter den muur, terwijl het rivierbed, dat dien af- en aanvoer ontvangt, nagenoeg onveranderd blijft. De waargenomene verschijnselen zijn hiermede in tegenspraak: bij die ondervinding immers moest óf de grond onmiddellijk onder den muur, tusschen de palen waarop deze steunt, wegvloeijen en door den achterliggenden worden aangevuld, óf die grondverplaatsing moest lager dan de ondereinden der palen ontstaan.

In het eerste geval blijven de palen met hun ondereinde in den vasten grond en op dezelfde hoogte en alzoo ook de muur, die dan niet moest zakken, maar voorover storten, daar de palen, allen zijdelingschen steun missende, den achteraandringenden grond zouden volgen. Bij den vroeger bestaan hebbenden en voorover gevallen muur kan zoo iets gebeurd zijn, doch niet bij den tegenwoordigen kaaimuur, die nagenoeg loodregt zakt en niet voorover zet.

In het tweede geval zou de grond tusschen de palen stand houden, maar de daaronder gelegen grond zijn weggevoerd. Het onwaarschijnlijke, dat de stroom den bovengrond zou in rust laten en de daaronder gelegene meer vastgedrukte deelen wegvoeren, springt in het oog Daarenboven zou, zoowel in het eerste als in het tweede geval, de nazakking van den achtergelegen grond zich het eerst en sterkst onmiddellijk achter den muur hebben moeten openbaren; het omgekeerde heeft plaats gehad: de eerste en sterkste verzakking ontstond aan den achterrand der afschuiving, het verst van den muur en in den onmiddellijk daarachter gelegen grond.

Eindelijk zou, bij voortgezette daling, de naschuiving van den achtergelegen grond zich ook verder achterwaarts hebben moeten uitbreiden, doch ook dit vond geen plaats.

De Ingenieur VAN DER TOORN schrijft de scherpe afscheiding tusschen de dalende en rustende terreindeelen toe aan waarschijnlijk bestaande oude funderingen, maar daargelaten dat die dan, juist den rand der afschuiving bepalende, eenen zeer vreemden loop moeten hebben, is er tot nu toe geen het minste spoor van zulke funderingen gevonden.

De Ingenieur VAN DER TOORN voert eindelijk het bestaan van eene *neer* even beneden de kraan langs den kaaimuur aan, als eene medewerkende oorzaak van uitspoeling, doch de verzakking heeft even zoowel boven als beneden die *neer* plaats, terwijl daarenboven gewoonlijk de *neeren* eerder aanslibbing dan verdieping geven, en tevens de bijna loodregte verzakking van de kraan volstrekt geene uitspoeling voorwaarts aanwijst.

De uitvoerige beschouwing van het gevoelen door den Ingenieur VAN DER TOORN voorgestaan, en ook door anderen vroeger vooropgezet, vindt hare regtvaardiging in de gevolgtrekkingen uit die onderstelde oorzaken te trekken. Is toch de volstrekt niet bewezene en door ons ontkende uitspoeling van het rivierbed langs den voet van den kaaimuur oorzaak van het ongeval, eene bekleeding van dat deel der rivierbedding tegen die uitspoeling is dan nuttig. Doch ligt de oorzaak, zooals door ons wordt beweerd, in eene dieper gelegene langzame wegspoeling eener zandlaag onder de oppervlakte der bedding langs den kaaimuur, telkens wanneer, het rivierwater dalende, het landwater uitstroomt, dan is zulk eene zeer kostbare bekleeding geheel doelloos. De oude in 1823 omgevallen kaaimuur vormt reeds zulk eene bekleeding op een klein gedeelte van het

rivierbed, doch daar ter plaatse gaat de verzakking even sterk door.

De Hoofd-Ingenieur ORTT zegt, dat, daar er sedert het uitbrengen van het rapport van den Ingenieur VAN DER TOORN, in de nieuwspapieren van aanhoudende en aanmerkelijke verzakking in de Waalkade werd gesproken, hij daarna eene lokale Inspectie van het terrein heeft gedaan, waarbij hij met een waterstand van 1.59 el aan de peilschaal of 7.80 el + A.P. bevonden heeft, dat de scheuren in de kaaimuren niet waren verergerd, en de zakking niet noemenswaardig was toegenomen.

De verzakking en vooruitschuiving kwam hem voor het oogenblik niet gevaarlijk voor.

Hij zegt verder, dat het belang van de rivier en de scheepvaart hem toeschijnt niet in de zaak betrokken te zijn, daar in het ergste geval, dat de kade, gelijk in 1790 en 1823, mogt omvallen, zelfs dan nog het vaarwater geen hinder zou ondervinden.

Wij mogen hierbij opmerken, dat een en ander de door ons voorgestane gevoelens volkomen bevestigen.

Ten aanzien der geaardheid van het terrein, merkt de Hoofd-Ingenieur ORTT op, dat het uit allerlei soort van aangebragte gronden, puinaarde, zand, enz. bestaat.

Wat de ondergronden betreft, om die te kennen, zijn grondboringen noodig. Er zijn wel, zegt hij, door de Militaire Genie boringen gedaan, doch niet tot op de wenschelijke diepte om daarmede bekend te kunnen zijn.

Hij raadt daarom regelmatige putboringen met buizen aan.

Wij zijn dit geheel met hem eens. Wil men de geaardheid der ondergronden met meerdere zekerheid kennen, zoo zijn diepe boringen noodzakelijk, zooals wij die dan ook

van den aanvang af hebben aangeraden. Dat werk is echter altijd op de groote kosten afgestuit.

Nog eens terugkomende op het denkbeeld om den afschuivenden grond aan de rivierzijde te steunen, merken wij daaromtrent nog op, dat wanneer die steun bestaan kon in het aanaarden of tot op aanzienlijke hoogte bestorten met steen, er dan voorzeker vermindering in de afschuiving te verwachten is, maar het middel (daargelaten de aanzienlijke kosten) ware erger dan de kwaal; immers het aanleggen van vaartuigen aan den oever te Nijmegen werd dan ten eenenmale belet Alleen het rivierbed te bestorten of te bekleeden, om uitspoeling of ontgronding voor te komen, zou doelloos zijn, daar er van geen dezer verschijnselen eenige schijn bestaat, en daaruit geen steun hoegenaamd in den verlangden zin is te verwachten.

Ten einde met meer grond te kunnen oordeelen over den voortgang der verzakking waarvan hier sprake is, hebben wij het ten slotte nuttig geoordeeld, een beknopt overzigt te geven van de meest belangrijke waarnemingen en opmerkingen, die men in onze verslagen omtrent dit onderwerp vindt opgeteekend.

De tegenwoordige verzakking van de kade te Nijmegen is het eerst merkbaar geweest in het voorjaar van 1854. Die verzakking was aanvankelijk van weinig beteekenis, doch, toen zij later toenemende bleef, werd de aandacht er meer bepaald op gevestigd, ten gevolge waarvan sedert 1857 op verschillende tijdstippen metingen zijn gedaan, om vaste gegevens te hebben bij het beoordeelen van het verschijnsel.

De metingen, in onze verslagen medegedeeld, zijn gedaan door den Gemeente-Architect te Nijmegen. Behalve die me-

tingen zijn er nog andere, waarvan het ons belangrijk voorkomt de uitkomsten mede te deelen, aangezien daarbij verder afgelegen punten tot vergelijking zijn gekozen, en de metingen, door den Gemeente-Architect gedaan, tot uitgangspunt hadden een peilmerksteen, zeer nabij de grens der op het terrein zigtbare verzakking ingemetseld.

In Junij 1857 namelijk, zijn door de Ingenieurs bij de algemeene dienst van den Waterstaat naauwkeurige waterpassingen gedaan van bekende hoogtemerken bij Nijmegen, en ook aan de overzijde der rivier te Lent, met het doel om den invloed der verzakking te leeren kennen, op de hoogtemerken in de kraan en de nabijgelegen gebouwen aanwezig. Deze waterpassingen zijn in Junij 1864 gedeeltelijk herhaald. Ook vroeger en wel in 1830 waren eenige der nu nog aanwezige punten in en bij de verzakking door waterpassing met elkander in verband gebragt, zoodat eene vergelijking over een groot aantal jaren mogelijk was. Daaruit is afgeleid kunnen worden, dat de verzakking beperkt blijft binnen de grens, die kennelijk op het terrein is te onderscheiden. Hoogtemerken in gebouwen slechts op korten afstand van die grens staande, zijn op dezelfde hoogte bevonden als vroeger, en ook het punt, dat den Architect tot uitgangspunt zijner metingen gediend heeft, is gebleken in stand onveranderd te zijn gebleven.

Bij de meting van 1857 is bevonden, dat de kraan, die in het verzakte gedeelte staat, toen eene zakking van 0.15 el had ondergaan; terwijl na 1857, blijkens de waterpassing in 1864 gedaan, die zakking nog met 0.74 el is toegenomen.

De door den Gemeente-Architect gedane en in onze verslagen achtervolgens medegedeelde waarnemingen, verschaffen gegevens om de zakking en vooruitschuiving meer in bijzonderheden na te gaan. Die waarnemingen vindt men verzameld in de hier volgende tabellen.

VERZAMELSTAAT VAN DE UITKOMSTEN DER WATERPASSINGEN.

VOLG-N°.	AANWIJZING DER PUNTEN.	DAGTEEKENING DER WAARNEMING.											AANMERKINGEN.
		1854.	1856. — 10 Dec.	1857. — 25 Nov.	1858. — 22 Dec.	1860. — 27 April.	1861. — 16 Febr.	1861. — 12 Nov.	1862. — 17 Maart	1862. — 14 Oct.	1863. — 11 Febr.	1864. — 15 April.	
1	Peilstein, gevel MEURS. (Uitgangspunt der waterpassingen)	13.57	13.57	13.57	13.57	13.57	13.57	13.57	13.57	13 57	13.57	13.57	De hoogten zijn aangegeven in ellen boven A.P.
2	Kade voor het Rotterdamsche Koffijhuis, op de kaart lett. G........	—	—	11.45	11.45	11 45	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	
3	Kade 10 el beneden G	—	—	—	10.35	10.32	10.24	—	—	—	—	—	
4	Hoek ringmuur naast het Koepeltje.	—	—	—	—	—	—	12.74	12.74	12.74	12.74	12.72	De met ———— onderschrapte hoogten zijn door de ophooging en het verstraten verkregen, en kunnen dus niet met de daar voorafgaande hoogten vergeleken worden.
5	Drie el lager op denzelfden muur.	—	—	—	—	—	—	12.74	12.38	.2.38	12.36	12.36	
6	Afgeronde hoek ringmuur bij de Groote straat..................	—	—	—	—	—	—	12.74	12.39	12.39	12.30	12.30	
7	Hoek Steenstraat en Groote straat, bij D........................	—	—	13.40	—	13.40	13.40	—	—	—	—	—	
8	Groote straat, bij H	—	—	12.18	11.88	12.15	11.84	—	—	—	—	—	
9	Midden van de Groote straat	—	—	—	—	—	—	—	10.96	10.94	10.90	10.88	
10	Afgeronde hoek ringmuur van de Oude Vischmarkt en Groote straat	—	—	—	—	—	—	—	12.85	12.80	12.77	12.74	
11	Midden der straat voor de Kraanpoort	—	—	11.25	—	10.86	10.79	—	—	—	—	—	
12	Midden tusschen de penanten der Kraanpoort.....................	—	—	11.20	11 01	11.01	10 84	—	—	—	—	—	
13	Kade voor de Groote straat, lett. N.	—	—	10.90	10.66	10.64	10.57	10.44	10.43	10.41	10.41	10.41	
14	Straat tusschen den Kraan en de Vischmarkt	—	—	11.41	11.22	11.26	11.17	—	—	—	—	—	
15	Peilsteen in de Kraan, aanwijzende 13.85 el + A P..................	13.85	13.20	12.97	12.69	12.62	12.59	12.52	12.44	12.44	12.44	12.44	
16	Gedeelte van de Galerij...........	—	—	12.54	12.57	12 57	12.57	—	—	—	—	—	
17	Straat, 10 el voor de Galerij......	—	—	11.47	11.43	11.21	11.21	—	—	—	—	—	
18	Kade voor de Galerij, lett. O......	—	—	10 92	—	10.86	10.84	10.79	10.72	10 65	10.65	10.65	
19	Kade bij de peilschaal, lett. M....	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.18	

VERZAMELSTAAT VAN DE UITKOMSTEN DER METINGEN VAN DE AFSTANDEN VAN DEN KADEMUUR TOT DAARACHTER GELEGEN PUNTEN BUITEN DE VERZAKKING.

VOLG-N°.	PLAATS DER METINGEN.	DAGTEEKENING DER WAARNEMING.															AANMERK.
		1856. — 22 Nov.	1857. — 14 Jan.	1857. — 16 Febr.	1857. — 24 Maart	1857. — 30 April.	1857. — 4 Junij.	1857. — 19 Aug.	1857. — 2 Sept.	1860. — 27 April.	1861. — 16 Febr.	1861. — 13 Nov.	1862. — 17 Maart	1862. — 14 Oct.	1863. — 11 Febr.	1864. — 15 April.	
1	Voor het Rotterdamsche Koffijhuis van den kant van de plint des pilasters aan de deuropening, Oostzijde van het gebouw......	8.75	—	—	—	—	—	—	—	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	
2	Voor dit Koffijhuis van den kant van de plint als voren, aan de Westzijde des gebouws.	9.29	—	—	—	—	9.29	9.30	—	10.00	10.00	—	—	—	—	—	
3	Van den scherpen kant van den voet des Koepels ten Oosten van de poort, in de rigting der bandkeijen in de straat......	9.76	—	—	—	—	—	9.83	9.84	10.90	11.10	—	—	—	—	—	
4	Van de stoep in het huis Langendam tot den spijker, geslagen op 25.93 el uit het midden van het merk voor de Stoombooten op de Kraan......................	29.68	—	29.68	29.68	29.73	29.75	29.78	29.79	31.10	31.85	31.50	31.98	32.02	32.13	32.28	
5	Voor het Westelijke buitenpenant der Kraanpoort tot den spijker in den Kademuur, op 25 el uit het merk bovengenoemd..............................	—	—	—	—	—	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	—	—	—	—	—	
6	Van den hoek van het achterhuis de Zalm op de Vischmarkt, langs de houten palen tot aan den spijker beneden den Kraan, 10.90 el uit het merk bovengenoemd....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37.59	38.03	38 08	38.18	38.32	
7	Bij de Kraan, van den uitspringenden hoek van den Keelmuur der vesting tot den spijker in den buitenkant van den Kademuur, geslagen op 3.76 el uit medegenoemd merk......................	19.29	19.29	19.29	19.29	19.33	19.35	19.36	—	19.60	19.60	—	—	—	—	—	
8	Van den peilsteen 12.55 el voor de stoep van MEURS tot den peilsteen 11.20 el aan de Kade............................	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.71	22.71	22.71	22.71	22.75	

Het blijkt uit deze tabellen, dat slechts enkele punten gedurende een ruim tijdvak in hunne beweging zijn kunnen gevolgd worden; vele punten konden niet meer dienen ten gevolge van herstelling van muurwerken, verstratingen als anderzins.

In de eerste tabel zijn het meer bepaaldelijk de onder N°. 12, 14 en 17 genoemde verzakte punten, die over een ruim tijdsverloop zijn waargenomen. Die punten zijn van 25 November 1857 tot 15 April 1864 0.49 El, 0.53 El en 0.27 El gedaald. Het punt N°. 14 had op den 25sten November 1857 reeds eene daling van 0,38 El ondergaan; de overige punten zijn vóór dat tijdstip niet waargenomen.

Blijkens de tweede tabel heeft de vooruitschuiving van de vier punten N°. 2, 3, 4 en 7 van 22 November 1856 tot 16 Februarij 1861 bedragen 0.71 El, 1.34 El, 1.67 El en 0.31 El. Alleen van het punt N°. 4 is de vooruitschuiving over nagenoeg hetzelfde tijdvak, als waarvoor hierboven de daling is opgegeven, bekend. Die vooruitschuiving bedroeg van 2 September 1857 tot 15 April 1864 2.49 El. Dit punt N°. 4 is hetzelfde als het punt N°. 12 van de eerste tabel; het is het punt N op de kaart bij ons eerste verslag gevoegd, en het eenige, waarvan men waarnemingen heeft zoowel van zakking als vooruitschuiving. Die zakking en vooruitschuiving is graphisch voorgesteld op de bijgevoegde teekeningen in de figuren 1 en 2. Door beide met elkander in verband te brengen, verkrijgt men de afteekening van de beweging van het punt N, zoo als in fig. 3 is voorgesteld.

Het blijkt uit de beschouwing dezer lijnen duidelijk, dat zoowel zakking als vooruitschuiving bij den aanvang van het verschijnsel gering zijn geweest, dat de beweging in de jaren 1857—1861 het belangrijkst was, en sedert dien tijd zeer aanmerkelijk afnemende is geweest. Vooral de zakking was in de laatste jaren onbeduidend, vergeleken bij de voor-

uitschuiving, die is waargenomen. Dit geeft aanleiding tot de veronderstelling, dat de massa grond, die in de verzakking deelt, aanvankelijk langs een vlak van vrij aanmerkelijke helling afschoof, doch zich in de laatste jaren langs een zeer flaauwe helling, zelfs bijna over een horizontaal vlak, bewogen heeft, en dat het niet onwaarschijnlijk is, dat die massa weldra geheel in rust zal worden bevonden. Het is duidelijk, dat deze opmerking in eenigzins algemeenen zin moet worden opgevat, daar men hier niet uitsluitend te denken heeft aan eenvoudige beweging over een hellend vlak; want inderdaad is het verschijnsel meer zamengesteld; de verschillen, die men opmerkt in de beweging van de verschillende punten onderling, getuigen daarvan. De massa, die zich losgemaakt heeft, beweegt zich dus niet als een enkel brok, maar ondergaat zelve nog vormverandering, die heenwijst op zettingen of aanvulling van holten in dieper gelegen grondlagen.

In ons verslag van den 30sten December 1857 is met uitvoerigheid de aard van het verschijnsel door ons nagegaan, en zijn de gronden aangewezen, waarop onze meening berust, dat het verschijnsel te beschouwen is als eene verzinking, waarbij „noch van de zijde des bergs, noch van „de zijde der rivier eenige regtstreeksche werking heeft „plaats gehad, en het voorgevallene behoort tot de gevol„gen van misschien zeer diep liggende verzinkingen der „ondergronden tusschen de teê des bergs en de rivier.” Ook zijn daarin de vermoedelijke oorzaken van zulke verzinkingen, en de middelen, die daartegen kunnen worden aangewend, nagegaan. Wij zijn toen tot het besluit gekomen, dat men in het gegeven geval zou kunnen volstaan met eenvoudige ophooging der verzinkende plaatsen, waardoor van lieverlede de ontstane holte door den nazakkenden grond zou worden aangevuld; en hebben onze meening uitgedrukt, dat er in den gegeven stand van zaken geen

aanleiding werd gevonden, om meer kostbare middelen ter voorziening aan te raden.

Aan de toen door ons uitgesproken meening blijven wij nu nog toegedaan. De omstandigheid, dat de kademuur bij de vooruitschuivende en zakkende beweging met slechts geringe afwijkingen zich evenwijdig verplaatst, en ditzelfde ook is waargenomen bij de beweging van de kraan, die als het ware in eenigzins waggelende beweging naar beneden is geschoven, bevestigt het vermoeden, dat de aanvulling van ontstane holten onder de verzakking als de voorname oorzaak van het verschijnsel moet blijven aangemerkt. Wel is de vooruitschuivende beweging, in den aanvang minder merkbaar, later betrekkelijk aanzienlijker geworden, doch de gegeven verklaring behoeft om die reden geen wijziging, want bevreemdend is het niet, dat de massa grond, die zich eenmaal had losgemaakt, bij hare beweging ook de rigting volgde, waarin zij den minsten tegenstand vond, dat is naar de zijde der rivier. Zoodra echter de eerste oorzaak, namelijk het nastorten van grond tot aanvulling van ontstane holten, zal hebben opgehouden, is het waarschijnlijk, dat ook de beweging naar de zijde van de rivier zal eindigen. Eveneens doet, zoo als reeds hierboven is aangewezen, de geringe en nagenoeg horizontale beweging in de laatste jaren een spoedige rust der bewegende massa verwachten.

De aan te wenden voorzieningen zijn, naar ons inzien, nog dezelfde als vroeger: aanvulling der verzinkende plaatsen. Het van tijd tot tijd herhalen der metingen op gelijke wijze als tot heden geschiedde, verdient ook alle aanbeveling, ten einde zekere gegevens te verzamelen voor de verdere beoordeeling van het verschijnsel.

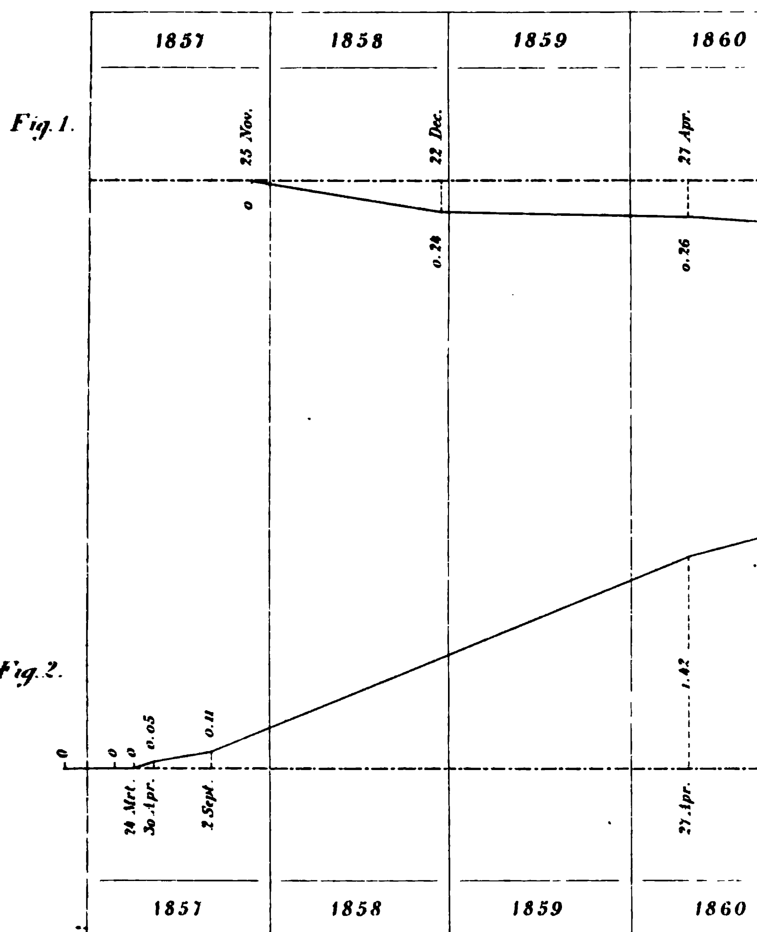
In het derde vervolg op ons verslag hebben wij onze meening ontwikkeld omtrent andere voorgeslagen middelen tot voorziening, namelijk het aanstorten van een steenen

berm tegen den voet der kade en het aanvullen van de kuilvormige diepte in het riviervak bij Nijmegen met bazaltsteen. Die middelen hebben wij geacht kostbaar en niet geschikt tot vermindering der verzinking, omdat wij de verzinking niet beschouwen als het gevolg van de diepte van den rivierbodem; doch tevens rekenden wij in het algemeen een nuttige en aanbevelingswaardige zaak te zijn, ernstig eene verbetering van het geheele riviervak in overweging te nemen.

Ook te dien aanzien hebben onze beschouwingen sedert geen wijziging ondergaan.

Den geheelen loop van het verschijnsel overziende en de vermindering der verzakking in de laatste jaren in aanmerking genomen, is het ons voorgekomen, dat wij de reeks onzer verslagen thans kunnen eindigen, ons alleen voorbehoudende, der Akademie een vervolg op onze mededeelingen aan te bieden, indien die mededeelingen om de eene of andere reden belangrijk zouden kunnen worden geacht.

DELPRAT en CONRAD, verzakking te Nijmegen.



REMARQUES SUR LE GENRE *LEPTONYCHIA*

DE

L'ORDRE DES TILIACÉES,

SUIVIES D'UNE DESCRIPTION

DU

LEPTONYCHIA GLABRA Turcz.

PAR

C. A. J. A. OUDEMANS.

Parmi les genres de Tiliacées énumérés par Mrs. G. BENTHAM et J. D. HOOKER dans leur *Genera Plantarum* (1862, Vol. I), on rencontre le genre *Leptonychia* TURCZ. (p. 237), fondé en 1858, et dont l'auteur donna la première diagnose dans le *Bulletin de la Société Impériale des naturalistes de Moscou* (année 1858, N°. 1, p. 222). La seule espèce, qui servit à établir le genre nouveau, reçut le nom de *L. glabra;* elle faisait partie d'une collection de plantes recueillies par Mr. THOMAS LOBB aux environs de Singapore. Selon Mr. TURCZANINOW le genre *Leptonychia* devait prendre place parmi les Büttnériacées.

Les exemplaires du *L. glabra,* dont pouvait disposer Mr. TURCZANINOW, ayant été dépouillés de fruits, la phrase générique, proposée par ce savant, ne porte naturellement que sur des caractères empruntés aux organes floraux. Toutefois il est intéressant de constater que l'ovaire y est dé-

crit comme sessile, quinquangulaire, à cinq loges, portant les ovules dans les angles centraux; et le style comme filiforme et pourvu d'un stigmate indivis et simple.

La phrase proposée par Mrs. BENTHAM et HOOKER dans leur *Genera Plantarum* pour indiquer le genre *Leptonychia*, n'est pas tout-à-fait conforme à celle de Mr. TURCZANINOW, ce qui s'explique en partie par le fait, que ces Messieurs semblent avoir pu examiner quatre espèces au lieu d'une; du moins la note, qui termine la diagnose générique porte que, des quatre espèces du genre, deux croissent à Malacca et dans les îles de l'Archipel Indien, deux autres dans l'Afrique tropicale [Species 4, 2 (vel unius varietates?) in Malacca et Archipelago Indico, 2 in Africa tropica crescentes]. C'est surtout en parlant du pistil, que Mrs. BENTHAM et HOOKER s'éloignent de la description de Mr TURCZANINOW; au lieu de cinq loges ils n'en reconnaissent que trois à l'ovaire; et par conséquent, le style pour eux n'est plus filiforme et simple, mais tubulé et trifide. En outre Messieurs BENTHAM et HOOKER ont vu des staminodes en forme d'écailles alternant avec les phalanges d'étamines, organes dont Mr. TURCZANINOW ne fait aucune mention. Non plus que Mr. TURCZANINOW, Messieurs BENTHAM et HOOKER n'ont connu les fruits mûrs et les graines de *Leptonychia* („Fructus subglobosus, indehiscens? ei Tiliae subsimilis; maturus et semina perfecta nobis desunt"), ce qui néanmoins ne les a pas empêchés de ranger ce genre tout près du genre Tilia dans l'Ordre des Tiliacées, tribu des Tiliées, titre 4ième, embrassant les genres à fruit globuleux, indéhiscent, d'ordinaire monosperme.

En présence de pareilles contradictions, nous nous croyons autorisés à publier ces quelques lignes, non-seulement parceque, dans l'intérêt de la science, il nous semble utile de travailler à réconcilier des opinions divergentes, mais en outre parceque, ayant eu l'occasion d'examiner des fruits

mûrs appartenant à une des espèces du genre, nous sommes à même de compléter la diagnose du *Leptonychia*, et de mieux préciser la place qu'il devra occuper parmi les genres alliés.

L'espèce que nous avons en vue, et dont les exemplaires ont été recueillis par JUNGHUHN dans l'île de Sumatra lors de sa première visite aux Indes Orientales Néerlandaises, ne nous semble différer en aucune manière du *L. glabra* TURCZ., décrit dans le *Bulletin de la Soc. Imp. des Nat. à Moscou* (l. c. p. 223). Car quoique, comme on le verra plus tard, nous ayons rencontré à la surface inférieure des feuilles de nos exemplaires des poils en étoile, et qu'ainsi le terme de „folia glabra" ne puisse rigoureusement s'appliquer à ces organes, toutefois ces poils étaient d'une telle petitesse, que nous ne constatâmes leur existence que tout-à-fait accidentellement, en étudiant au microscope un petit champignon sur les feuilles en question.

Les exemplaires de *L. glabra* à notre disposition ne portaient pas des fleurs épanouies, mais bien des boutons (B) et des fruits (C), et nous offraient ainsi l'occasion de déterminer la préfloraison des enveloppes florales; chose non sans intérêt puisque et Mr. TURCZANINOW et Mrs. BENTHAM et HOOKER ne parlent pas de la disposition des pétales avant leur épanouissement. Nous avons pu constater non-seulement que les 5 sépales, justement comme l'affirme Mr. TURCZANINOW (Mrs. BENTHAM et HOOKER n'en font pas de mention) ont une estivation valvaire (Fig. 1), mais en outre que les pétales à bords contigus, verticaux et infléchis profondément vers l'intérieur de la fleur, étaient pliés de manière à former une préfloraison, à laquelle aucun autre terme ne pourrait être appliqué que celui de préfloraison induplicative (Fig. 2, 3). En présence de ce fait, dont l'importance n'est peut-être pas de premier ordre, nous nous demandons si Mrs. BENTHAM et HOOKER n'ont pas eu tort

de ranger le genre *Leptonychia* dans leur Série A: „Tiliées holopétales," à laquelle ils donnent une estivation imbriquée, souvent tordue; et s'il ne vaudrait pas mieux le transporter dans leur Série B: „Tiliées hétéropétales," qui se distingue par des pétales valvaires, indupliqués ou imbriqués, mais non tordus?

Laissant pour le moment de côté les enveloppes florales pour déterminer les particularités principales des parties génératrices de la fleur, notre attention a d'abord été attirée par l'insertion des étamines au nombre de 2 en face de chaque pétale (Fig. 4); ensuite par la présence d'organes linéaires (Fig. 4 *a*) d'une longueur égale ou un peu supérieure à celle des étamines, rangés derrière celles-ci et logés avec elles en nombre déterminé au dedans des pétales recourbés en forme de capuchon. Ces organes linéaires, nommés „étamines stériles" par Mr. TURCZANINOW, „étamines anenthères" par Mrs. BENTHAM et HOOKER, offraient une ressemblance marquée avec des étamines, auxquelles on aurait coupé les deux loges du pollen, sans néanmoins endommager le connectif. Nous les avons toujours trouvés au nombre de trois au dedans de chaque pétale (Fig. 4), de sorte que l'espèce, qui nous occupe dans ce moment, aurait, en suivant la nomenclature adoptée par Mrs. TURCZANINOW, BENTHAM et HOOKER, 25 étamines, dont 10 seulement seraient fertiles et 15 autres stériles. Pour autant qu'il nous a été possible de déterminer avec précision leur mode d'insertion, nous croyons pouvoir affirmer qu'il y avait toujours cohérence intime entre la base des étamines et celle des appendices linéaires (Fig. 5); raison de plus pour ne voir dans ces dernières que des étamines avortées et non des parapétales, comme Mr. SCHLEIDEN appelle les organes situés entre les pétales et les étamines. Dans le cas présent ce terme, comme on vient de le voir, ne peut être adopté, et d'ailleurs, dans les Tiliacées en gé-

néral on trouve nombre limité de pétales, et par contre nombre illimité d'étamines.

Quoiqu'au premier abord le terme d'étamines anenthères, employé par Mrs. BENTHAM et HOOKER pour désigner les organes linéaires à l'extérieur des étamines fertiles, puisse sembler superflu, à cause de l'existence d'un autre mot — celui de staminodes — universellement appliqué à des organes simulant des étamines, mais ne formant point de pollen; néanmoins il nous paraît utile de le conserver par la raison, que les mêmes fleurs de *Leptonychia,* qui engendrent les appendices extrastaminales, en forment d'autres d'une forme elliptique (Fig. 9), alternant avec les phalanges d'étamines fertiles (Fig. 4 st.), et occupant la place, où dans d'autres genres de la famille des Tiliacées (*Mollia* p. e.), on trouve des groupes d'étamines fertiles semblables aux premières, mais inplantées un peu davantage vers le centre de la fleur. Ces organes elliptiques, bien distincts des appendices linéaires, demandent à être indiqués par un terme propre. C'est pour les désigner que Mrs. BENTHAM et HOOKER se servent du terme de staminodes, que nous jugeons utile de leur conserver, et qui, tout en différant de celui d'étamines anenthères, ne signifie à vrai dire pas autre chose.

Mr. TURCZANINOW dans sa diagnose du genre *Leptonychia* n'ayant fait aucune mention des staminodes en question, on peut en conclure, que ces organes ne lui étaient pas connus alors. Cependant l'espèce, que nous avons étudiée, et qui ne s'éloigne pas du *L. glabra* (celle du genre, qui a été décrite la première) en présente réellement; de sorte que la phrase diagnostique, proposée par Mrs. BENTHAM et HOOKER, mérite à ce titre d'être nommée plus exacte que celle de Mr. TURCZANINOW.

N'ayant pas eu l'occasion d'étudier des fleurs épanouies du *L. glabra*, nous n'avons pas pu constater la manière,

dont s'ouvrent les anthères, chose d'autant plus regrettable, que Mrs. BENTHAM et HOOKER ne s'expliquent pas sur ce point, quoique cependant Mr. TURCZANINOW cite des loges longitudinalement déhiscentes. Nous aussi, nous avons observé deux sillons latéraux, un pour chaque loge anthérale; mais quoique cette observation concorde avec l'assertion de Mr. TURCZANINOW, l'absence de toute ouverture par où le pollen pourrait s'échapper dans nos exemplaires, nous empêche de rien affirmer pour ou contre l'exactitude de la description de l'illustre auteur Russe.

Enfin il nous reste à dire quelques mots sur les fruits mûrs, que nous avons eu l'occasion d'observer. Ces fruits (Fig. 7 et 8) $1\frac{1}{2}$—2 centim. en diamètre et tous ouverts d'un seul côté, ne présentaient jamais plus d'une loge, et en apparence deux valves seulement écartées l'une de l'autre par devant, au contraire réunies pour la plus grande partie par derrière (Fig. 7). La présence d'un court cordon ombilical (Fig. 7 *a*) sur la ligne de déhiscence, nous fit déterminer celle-ci comme une déhiscence septicide. Vu par le dos, c'est à-dire du côté fermé, outre les deux valves mentionnées et plus larges, le fruit portait trois autres beaucoup plus étroites (Fig. 8), soudées entre elles et appliquées à la partie dorsale des deux autres, de manière à cacher totalement la ligne de contact de ces dernières. De tout cela il résulte que le fruit du genre *Leptonychia* est une capsule (coriace) uniloculaire, septicide, à 5 valves, dont 2 seulement développées normalement et formant à elles seules la loge, et 3 autres plus ou moins avortées et sans contact avec la graine. Ajoutons que nous n'avons jamais rencontré plus d'une graine dans le même fruit; que cette graine (Fig. 10 et 11) était toujours pendante et appliquée à la suture dorsale, c'est-à-dire à celle regardant les valves abnormales; enfin, qu'elle réunit en soi les caractères des graines sémi-anatropes.

Il ne nous paraît pas impossible que l'ovaire du genre en question ne soit divisé au début en 5 fausses loges séparées par des cloisons imparfaites, comme cela a lieu dans d'autres genres de la même famille. Cependant nous n'avons pas de certitude à cet égard, nos exemplaires ne se prêtant pas à cette sorte de recherches. Chez Mr. TURCZANINOW l'ovaire est nommé quinquéloculaire et chez Mrs. BENTHAM et HOOKER triloculaire; aussi les derniers parlent-ils d'un stigmate trifide, tandis que Mr. TURCZANINOW décrit cet organe comme simple et indivis. Nous-mêmes nous avons rencontré 5 dents au sommet du style (Fig. 6 *a*), ce qui prouverait en faveur de l'existence de 5 feuilles carpellaires contribuant à la formation du pistil.

Nos recherches nous ont conduit aux conclusions suivantes:

1°. dans le genre *Leptonychia* l'estivation du calyce est une estivation valvaire (rédupliquée), celle de la corolle au contraire une estivation indupliquée;

2°. comme l'ont démontré Mrs. BENTHAM et HOOKER, il y a en réalité deux sortes de staminodes dans les fleurs du même genre, savoir: des staminodes linéaires, longs, extrastaminaux et opposés aux pétales, simulant des filaments prolongés en connectif, et d'autres, beaucoup plus petits, s'écartant de la forme linéaire, et alternant avec les phalanges d'étamines fertiles;

3°. le stigmate dans le même genre se présente avec 5 dents, d'où on peut déduire que le pistil sera vraisemblablement composé de 5 feuilles carpellaires; conclusion que l'inspection des fruits mûrs justifie pleinement.

4°. le fruit de *Leptonychia* s'écarte véritablement de celui de Tilia, et doit être rangé parmi les fruits uniloculaires à 5 valves, à déhiscence septicide;

5°. la graine du même genre est une graine pendante sémi-anatrope;

6°. la place que désormais devra occuper le genre *Leptonychia* dans l'ordre des Tiliacées, ne sera plus à côté de Tilia. A notre avis ce sera parmi les Hétéropétales qu'il faudra l'insérer, entre la tribu des Sloanées et celle des Elaeocarpées, où, à côté des genres Dubouzetia et Tricuspidaria, il pourrait peut-être former une tribu particulière.

Nous terminons en donnant la description détaillée du *Leptonychia glabra*, d'après les exemplaires recueillis par JUNGHUHN dans l'île de Sumatra et déposés dans l'Herbier du Jardin botanique de Leide. Ces exemplaires, ayant été insérés provisoirement dans le portefeuille des Violariées et n'ayant pas été examinés ultérieurement, je les trouvai indéterminés parmi les espèces du genre *Alsodeia*. Le *Leptonychia glabra* manque dans l'énumération des plantes de Sumatra, donnée par Mr. MIQUEL dans sa Flore de cette île, et semble pouvoir être admis parmi les espèces connues comme acquisition nouvelle.

Leptonychia glabra TURCZ. Arbor. *Ramuli* novelli cum gemmis hirtelli. *Rami* glabri, teretes, nigrofusci, fibrarum corticalium decursum optime monstrantes, lineis nempe elevatis undulatim decurrentibus, in distantiis aequilongis confluentibus, tunc iterum divergentibus et impressionibus lenticularibus separatis, notati, ad petiolorum insertionem e stipularum lapsu anguste cicatrisati. *Folia* alterna, petiolata, primitus stipulata. *Petiolus* hirtellus, 0.006—0.008 metr. longus, infra teres, supra superficialiter canaliculatus. *Lamina* elliptico-oblonga, antice nonnumquam dilatata, basi subattenuata, apice p. m. abrupte longe et acute acuminata, integerrima, paginâ superiore glabrâ (in sicco) fusco-viridi, opacâ, inferiore pilis stellatis minutissimis sparsis tectâ, in venarum axillis rufo-barbatâ, pallidiore, lucidâ — cum acumine (0.0015—0.002 l.) ad 0.18 longa, 0.075 lata, pen-

ninervis. Nervi primarii utrinque vulgo 8, utplurimum alternantes, 2 infimi tamen semper oppositi et ex apice petioli progredientes, omnes in paginâ inferiore prominentes, patuli, versus marginem arcuatò-confluentes; nervi secundarii p. m. paralleli. *Stipulae* valde caducae, lanceolato-acuminatae, rufo-hirtellae. *Flores* pedunculati, in foliorum axillis solitarii vel in cymulas breves dichotomas congesti, bracteati, cum pedicellorum parte tertiâ superiore articulatim secedentes. *Bracteae* in quovis pedicello duae oppositae, lanceolatae, stellato-puberae, infra articulationem insertae. *Calyx* inferus, aequalis, praefloratione reduplicatâ, sepalis 5 ellipticis, breve obtusiuscule acuminatis, extus stellato-puberis. *Petala* 5 hypogyna, brevia, tenera, cum sepalis alternantia, aequalia, in alabastro profunde induplicatâ, marginibus antice conniventibus cuculliformia, dorso floccoso-pilosa, ore in cilias numerosissimas tenerrimas dissecta, basi valde contracta, singula stamina fertilia 2, sterilia 3 involventia. *Stamina sterilia* in quoque flore 15, per tria petalis opposita, ipsis petalis longiora, linearia vel lineari-subulata, basi inter se et cum staminibus fertilibus cohaerentia, glabra. *Stamina fertilia* 10 hypogyna, per paria petalis opposita, staminibus sterilibus primo aequilonga, postea iis longiora; filamenta externe basi cum staminibus sterilibus cohaerentia, p. m complanata, in alabastro antheris aequilonga; antherae oblongae, quadrangulares, basifixae, inaequilaterae, biloculares, sulcis duabus lateralibus longitudinaliter exaratae. *Staminodia* 5 squamaeformia, parva, cum petalis staminibusque alternantia, tenerrima, apice in cilias longas 2 vel 3 desinentia. *Pistillum* unicum superum. *Ovarium* sessile, primitus spurie 5-loculare (?), villosum. *Stylus* brevis, conicus, glaber; *stigma* 5-dentatum. *Capsula* magnitudinis cerasi minoris, coriacea, basi nuda, subsphaerica, pedicello nudo 0.01—0.012^{m}. longo suffulta, superficie papillato-rugosa, 1-locularis, spurie 2-valvis (valvis nempe 3

imperfectis perfectis 2 extus arcte applicatis) uno latere septicide dehiscens. *Semen* unicum (an semper?), pendulum, ad 0.015^{m}. longum, valvularum marginibus posterioribus non solutis affixum, ellipticum, laeve, glabrum, testâ subnigricante sublucidâ, hilo ab extremitatibus seminis remoto, rhaphe distinctâ, ideoque semianatropa.

Hab. Sumatra in montium nemorosis ad altitud. 1—3000'. Leg. JUNGHUHN (Herb. Horti Lugduno-Batavi).

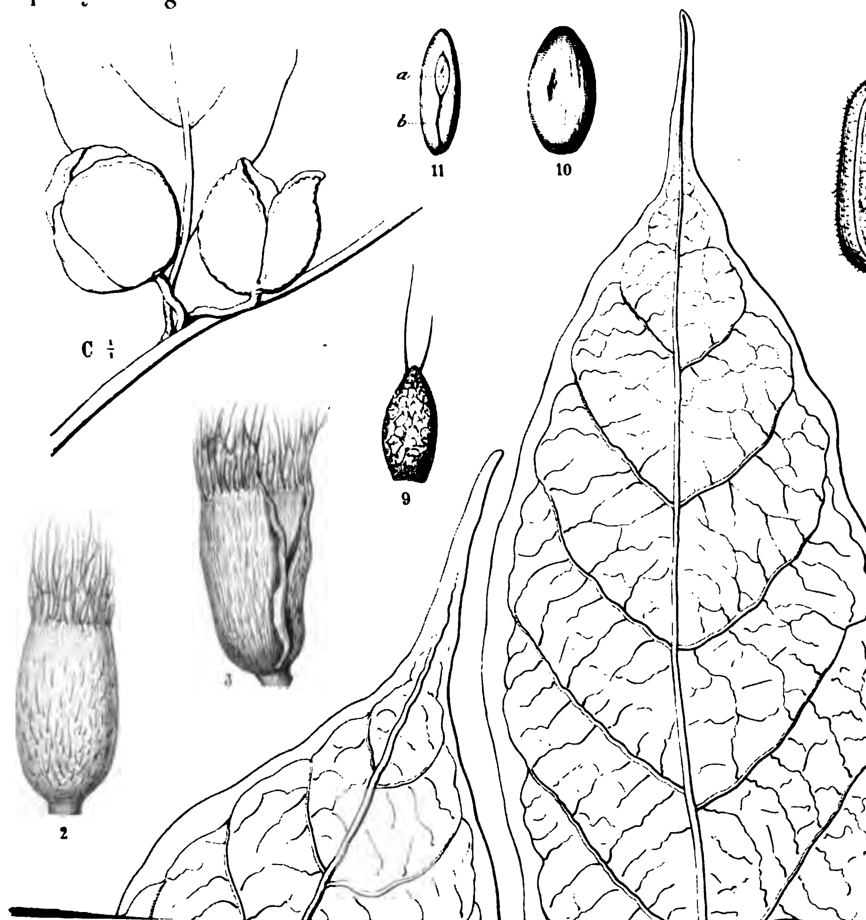
Explication des figures.

A. Petit rameau avec deux feuilles adultes vues de derrière.

B. Rameau fleuri.

C. Rameau à deux fruits dans l'aisselle d'une feuille.

1. Bouton de fleur. — 2. Pétale vu de derrière. — 3. Le même vu de côté. — 4. Le même, encore plus grossi, avec ses 3 étamines stériles (*a.a.*) et ses 2 étamines fertiles. St. staminodes situés en avant des phalanges d'étamines et alternant avec elles. — 5. Étamine fertile à part en cohérence avec 3 étamines stériles. — 6. Pistil (*a.* stigmate 5-dentelé). — 7. Capsule vue par devant (*a.* cordon ombilical). — 8. La même vue de côté. — 9. Staminode. — 10. Graine vue de côté. — 11. La même vue en face (*a.* hile, *b.* rhaphe).


Leptonychia glabra Turcz.
a
b
11
10
C 1/1
9
3
2

BIJDRAGE

TOT HET

VORMEN DER VERGELIJKINGEN

WELKER

WORTELS DE ZIJDEN EN DIAGONALEN DER REGELMATIGE VEELHOEKEN DOEN KENNEN.

DOOR

R. LOBATTO.



1. Ons geacht medelid Prof. C. H. D. BUYS BALLOT heeft in het XVIe deel (blz. 294) der *Verslagen en Mededeelingen* een belangrijken arbeid geleverd, ten opschrift hebbende *Over het vormen van de vergelijkingen tusschen de zijde en de diagonalen van eenen regelmatigen* n-*hoek, en hare eigenschappen;* een onderwerp door hem reeds vroeger, doch op eene minder algemeene wijze behandeld in een uitvoerig stuk, voorkomende in het 40^e deel van het *Archief* van GRUNERT.

Ik heb mij voorgesteld hier eene andere oplossingswijze van dat problema mede te deelen. Zij is regtstreeks gegrond op de theorie der goniometrische functiën, de eenige weg welken men, mijns inziens, behoort in te slaan om tot algemeene uitkomsten te geraken, en tevens eenige eigenschappen der eindvergelijkingen te kunnen ontdekken. Door hier van de betrekking tusschen de koorde van den enkelen en die van den dubbelen boog gebruik te maken,

vervalt men noodzakelijk tot vergelijkingen van *zeer* hooge magten, zoo als zulks den heer BUYS BALLOT in zijne eerste in gemeld tijdschrift geleverde oplossing ten volle gebleken is. Ook zuiver meetkunstige beschouwingen op de eigenschappen van het trapezium of van den ingeschreven vierhoek volgens het theorema van PTOLEMAEUS gegrond, leiden geenszins op de eenvoudigste wijze tot het beoogde doel. Genoemde wiskundige heeft zich dus later, door hierbij de theorie der goniometrische functiën te hulp te roepen, te regt buiten het gebied der elementaire meetkunst begeven.

Mijne oplossing onderscheidt zich van die later voorgedragene onder anderen hierin, dat de door mij verkregene complete vergelijkingen, waaruit de zijde en de diagonalen van den n-hoek kunnen berekend worden, tot geene hoogere dan tot de $\frac{n-1}{2}$ of $\frac{n}{2}$ magt opklimmen, naar dat n oneven of even is, terwijl die van den Heer BUYS BALLOT tot de dubbele magt $n-1$ of n opklimmen, hetgeen hieruit ontstaat, dat mijne vergelijkingen eeniglijk betrekking hebben op de zijde en de *in grootte werkelijk van elkander onderscheiden* diagonalen des veelhoeks, te zamen in aantal juist $\frac{n-1}{2}$ of $\frac{n}{2}$ bedragende. De andere zoo even bedoelde vergelijkingen kunnen, daar zij slechts de *evene* magten der wortels bevatten, wel is waar, insgelijks tot die lagere magt terug gebragt worden; doch de zijde en *elke* der diagonalen komen daarin *twee* malen voor, voor de eene helft als positieve en voor de andere helft als negatieve wortels der vergelijking. Ik kan intusschen niet ontveinzen, dat het mij voor als nog niet duidelijk voorkomt, waarom diagonalen, die ondersteld worden alle uit hetzelfde hoekpunt des veelhoeks getrokken te zijn, gedeeltelijk als positief en gedeeltelijk als nega-

tief zouden behooren in rekening gebragt te worden *).

2. Ik zal in de eerste plaats eene handelwijze verklaren waardoor de complete vergelijking voor den n-hoek, met behulp der reeds bekende voor den $n-2$ hoek gemakkelijk kan verkregen worden, en vervolgens eene algemeene formule doen kennen, welke de vergelijking voor elken veelhoek van n zijden, regtstreeks oplevert, en waarbij tevens de gelegenheid zal ontstaan eenige bijzonderheden betrekkelijk de vorming dezer vergelijkingen in het licht te stellen.

Noemen wij 2α den boog of den middelpuntshoek voor den n-hoek, zoodat $\alpha = \frac{\pi}{n}$. De zijde des veelhoeks heeft tot waarde $2\,Sin.\alpha$, en aangezien voor *alle* waarden van n, de diagonaal of koorde welke den boog $2(n-1)\alpha$ bespant, wederom in lengte overeenkomt met de zijde zelve des veelhoeks, zoo volgt hieruit de vergelijking, welke den grondslag van ons onderzoek uitmaakt, namelijk

$$Sin.(n-1)\alpha = Sin.\alpha \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Om deze op te lossen passen wij hier eene der bekende algemeene formulen toe, waardoor de *Sinus* van het veelvoud eens boogs wordt uitgedrukt, te weten

$$Sin.n\alpha = Sin.\alpha \left\{ 2^{n-1} Cos.^{n-1}\alpha - (n-2)\, 2^{n-3} Cos.^{n-3}\alpha \right.$$
$$+ \frac{(n-3)(n-4)}{1.2} 2^{n-5} Cos.^{n-5}\alpha$$
$$\left. - \frac{(n-4)(n-5)(n-6)}{1.2.3} 2^{n-7} Cos.^{n-7}\alpha + \text{etc.} \right\} \; . \quad (\alpha)$$

*) De schrijver zegt te dezen aanzien: „Buiten deze positieve wortels „kunnen dezelfde waarden nog eens als negatieve wortels voorkomen, „*omdat men met evenveel regt links als regts kan tellen.*" Het zij mij echter geoorloofd hieromtrent op te merken, dat uit die verschillende wijze van tellen, de negatieve toestand van eenige der diagonalen bezwaarlijk te verklaren is, vermits hierbij geen overgang door nul noch door het oneindige plaats vindt.

waarin de wet volgens welke de coëfficiënten gevormd worden, in het oog loopt. Vervangt men hierin n door $n-1$, en stelt men tevens ter bekorting $2\,Cos.\alpha = x$, dan volgt uit verg. (1), na deeling door den factor $Sin.\alpha$,

$$x^{n-2} - (n-3)x^{n-4} + \frac{(n-4)(n-5)}{1.2}x^{n-6} -$$

$$-\frac{(n-5)(n-6)(n-7)}{1.2.3}x^{n-8} + \text{etc.} = 1 \ldots (2)$$

De gevallen waarin n of het aantal zijden oneven of even is, vereischen, zoo als blijken zal, eene afzonderlijke behandeling. Beschouwen wij dan eerstelijk het geval van

n oneven.

3. De voorgaande vergelijking klimt tot de onevene magt $n-2$. Intusschen zijn er van de $n-3$ diagonalen, die uit hetzelfde hoekpunt kunnen getrokken worden, slechts $\frac{n-3}{2}$, die werkelijk in grootte van elkander onderscheiden zijn, waarvan men zich gemakkelijk overtuigen kan door op te merken, dat de diagonaal, welke het p-voud van den boog $2\,\alpha$ bespant, in grootte niet verschilt van die, welke het $(n-p)$-voud van dien boog bespant. Om dus eene complete vergelijking te verkrijgen, welker wortels alleen op de zijde en de $\frac{n-3}{2}$ van elkander onderscheiden diagonalen betrekking hebben, zal zoodanige vergelijking slechts tot de magt $1+\frac{n-3}{2}$ of $\frac{n-1}{2}$ mogen opklimmen. Wij zullen in de navolgende voorbeelden doen zien, hoe men uit de verg. (2) den factor kan afzonderen, welke tot geene hoogere dan tot de $\frac{n-1}{2}$ magt opklimt.

4. Zij $n = 3$, dan geeft de algemeene verg. (2) in dit geval $x = 1$ of $\alpha = \frac{\pi}{3}$, zoo als te verwachten was, dewijl in den driehoek geene diagonalen voorhanden zijn.

Voor $n = 5$, komt er, ingevolge verg. (2)

$$x^3 - 2x - 1 = 0 \ldots\ldots\ldots (3)$$

Nu volgt uit de grondvergelijking

$$Sin. 4\alpha = Sin. \alpha,$$

dat hieraan door twee verschillende stelsels waarden van α kan worden voldaan, afgeleid uit de vergelijkingen

$$4\alpha = (2k + 1)\pi - \alpha \quad \text{en} \quad 4\alpha = 2k\pi + \alpha,$$

gevende respectievelijk

$$\alpha = \frac{(2k + 1)\pi}{5}, \qquad \alpha = \frac{2k\pi}{3}.$$

Stellende hierin $k = 0$ en $k = 1$, vindt men

$$\alpha = \frac{\pi}{5}, \quad \alpha = \frac{3\pi}{5}, \quad \text{en} \quad \alpha = 0, \quad \alpha = \frac{2\pi}{3}.$$

Grootere waarden van k zullen blijkbaar voor $Cos. \alpha$ of voor x geene van de voorgaande verschillende waarden kunnen opleveren. Behalve dien zullen de waarden van $\alpha = 0$, of $=$ eenig veelvoud van π buiten acht moeten blijven, uithoofde de factor $Sin. \alpha$ verdreven is bij het opmaken der algemeene vergelijking (2). Van de drie overig blijvende waarden van α zullen slechts de beide eerste op den vijfhoek betrekking hebben, terwijl de derde den vreemden factor $x + 1$ oplevert. Men vindt dus de vergelijking voor den vijfhoek, wanneer men de verg. (3) door dezen factor $x + 1$ deelt, waaruit voortvloeit de vergelijking

$$x^2 - x - 1 = 0 \ldots\ldots\ldots (4)$$

gevende twee verschillende waarden voor x of voor *Cos.* α, welke dienen kunnen om daaruit die van *Sin.* α of van de zijde en van den diagonaal des vijfhoeks te berekenen.

Zij $n = 7$, dan komt er voor den zevenhoek de vergelijking

$$x^5 - 4x^3 + 3x - 1 = 0 \ldots\ldots\ldots (5)$$

De beide stelsels waarden van α, welke aan de vergelijking

$$Sin.\, 6\alpha = Sin.\, \alpha$$

voldoen, en zich uit de formulen

$$\alpha = \frac{(2k+1)\pi}{7}, \quad \alpha = \frac{2k\pi}{5}$$

afleiden, bepalen zich tot de navolgende

$$\alpha = \frac{\pi}{7}, \frac{3\pi}{7}, \frac{5\pi}{7}$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{5}, \frac{4\pi}{5}.$$

Merkt men nu op, dat de beide laatsten juist de supplementen zijn der twee hiervoren reeds gevondene waarden voor den vijfhoek, dan is het duidelijk dat tot verkrijging van den hieruit voortvloeijenden vreemden factor, niets anders te doen is dan in de functie

$$x^2 - x - 1$$

op den vijfhoek toepasselijk, x te vervangen door $-x$. Deelende mitsdien de verg. (5) door den factor $x^2 + x + 1$, bekomt men de navolgende

$$x^3 - x^2 - 2x + 1 = 0,$$

welker *drie* wortels de zijde en de beide van elkander onderscheiden diagonalen des zevenhoeks zullen doen bekend worden.

Zij $n = 9$, de verg. (2) geeft alsdan voor den negenhoek

$$x^7 - 6x^5 + 10x^3 - 4x - 1 = 0 \quad \ldots\ldots (6)$$

Uit de vergelijking.

$$Sin.\, 8\alpha = Sin.\, \alpha$$

volgt

$$\alpha = \frac{(2k+1)\pi}{9}, \qquad \alpha = \frac{2k\pi}{7},$$

welke deze beide stelsels waarden opleveren,

$$\alpha = \frac{\pi}{9}, \frac{3\pi}{9}, \frac{5\pi}{9}, \frac{7\pi}{9}$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{7}, \frac{4\pi}{7}, \frac{6\pi}{7}.$$

Nu zijn deze laatste waarden wederom de supplementen van die, welke hiervoren voor den zevenhoek gevonden zijn. De vreemde factor in verg. (6) zal dus voorgesteld worden door $x^3 + x^2 - 2x - 1$, zoo als uit de voor den zevenhoek reeds verkregen uitkomst is af te leiden. De deeling door dien factor geeft alzoo voor den negenhoek,

$$x^4 - x^3 - 3x^2 + 2x + 1 = 0.$$

Deze complete vergelijking heeft echter nog een anderen factor $x - 1$, en wel uit hoofde de tweede waarde $\alpha = \frac{3\pi}{9} = \frac{\pi}{3}$ tevens tot den driehoek behoorende, geeft $x = 1$, als een der wortels der voorgaande vergelijking. Men kan dus die vergelijking ook aldus schrijven:

$$x^4 - x^3 - 3x^2 + 2x + 1 = (x-1)(x^3 - 3x - 1) = 0,$$

waarin de tweede factor alleen de zijde en twee van elkander onderscheiden diagonalen des negenhoeks zal doen kennen, terwijl de derde diagonaal, zoo als te verwachten was, met de zijde des driehoeks overeenstemt.

Zij $n = 11$, dan komt er voor den elfhoek

$$x^9 - 8x^7 + 21x^5 - 20x^3 + 5x - 1 = 0 \;.\;. \quad (7)$$

Voor de negen waarden van α, welke aan de vergelijking

$$Sin.\, 10\alpha = Sin.\, \alpha$$

behooren te voldoen, vindt men gemakkelijk

$$\alpha = \frac{\pi}{11}, \frac{3\pi}{11}, \frac{5\pi}{11}, \frac{7\pi}{11}, \frac{9\pi}{11}$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{9}, \frac{4\pi}{9}, \frac{6\pi}{9}, \frac{8\pi}{9},$$

waarvan de laatste de supplementen zijn van die welke op den negenhoek betrekking hebben. Door verandering van x in $-x$, vindt men, ingevolge de voorgaande uitkomst, voor den vreemden factor

$$x^4 + x^3 - 3x^2 - 2x + 1$$

en dus door deeling, voor de complete vergelijking betrekkelijk den elfhoek,

$$x^5 - x^4 - 4x^3 + 3x^2 + 3x - 1 = 0.$$

Zij $n = 13$, dan geeft onze algemeene vergelijking

$$x^{11} - 10x^9 + 36x - 56x^5 + 35x^3 - 6x - 1 = 0. (8)$$

De vergelijking $Sin.\, 12\alpha = Sin.\, \alpha$ levert de 11 verschillende waarden

$$\alpha = \frac{\pi}{13}, \frac{3\pi}{13}, \frac{5\pi}{13}, \frac{7\pi}{13}, \frac{9\pi}{13}, \frac{11\pi}{13},$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{11}, \frac{4\pi}{11}, \frac{6\pi}{11}, \frac{8\pi}{11}, \frac{10\pi}{11}.$$

De vijf laatste zijn blijkbaar de supplementen van die, welke, ingevolge het hiervoren gevondene op den elfhoek

betrekking hebben. Zij geven dienvolgens den vreemden factor $x^5 + x^4 - 4x^3 - 3x^2 + 3x + 1$; waaruit na deeling der voorgaande vergelijking door dezen factor, voor den dertienhoek voortvloeit de complete vergelijking

$$x^6 - x^5 - 5x^4 + 4x^3 + 6x^2 - 3x - 1 = 0.$$

Voor $n = 15$, komt er op gelijke wijze

$$x^{13}-12x^{11}+55x^9-120x^7+126x^5-56x^3+7x-1=0\,.\quad (9)$$

Uit de vergelijking $Sin.\,14\alpha = Sin.\,\alpha$, volgen de dertien waarden

$$\alpha = \frac{\pi}{15}\,.\,\frac{3\pi}{15}\,.\,\frac{5\pi}{15}\,\ldots\ldots\,\frac{13\pi}{15}$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{13}\,.\,\frac{4\pi}{13}\,.\,\frac{6\pi}{13}\,\ldots\ldots\,\frac{12\pi}{13}\,.$$

waarvan de zes laatste de supplementen zijnde van die, welke op den 13-hoek betrekking hebben, aanleiding geven tot den vreemden factor

$$x^6 + x^5 - 5x^4 - 4x^3 + 6x^2 + 3x - 1.$$

Onder de zeven eerste waarden bevinden zich echter $\alpha = \frac{\pi}{3}$ en $\alpha = \frac{\pi}{5}, \frac{3\pi}{5}$, waarvan de eerste tot den driehoek, en de beide overige tot den vijfhoek behooren. De verg. (9) zal dus daarenboven deelbaar moeten zijn door het product $(x - 1)(x^2 - x + 1)$, waaruit dan voor den 15-hoek voortvloeit de incomplete vergelijking

$$x^4 + x^3 - 4x^2 - 4x + 1 = 0,$$

welke eeniglijk de zijde en de drie van elkander verschillende diagonalen, die niet tevens tot den driehoek en den vijfhoek behooren, zal doen kennen, zoodat de complete vergelijking deze zal zijn

$$(x-1)(x^2-x+1)(x^4+x^3-4x^2-4x+1)=0,$$

welke, zoo als behoort, tot de 7e magt opklimt.

5. Op gelijke wijze voortgaande zal men door toepassing van dezelfde methode steeds in staat zijn de complete vergelijking voor den n-hoek af te leiden uit de reeds bekende voor den $n-2$-hoek. De algemeene vergel. (2) zal altijd ontbindbaar zijn in twee factoren respectivelijk van de magt $\frac{n-3}{2}$ en $\frac{n-1}{2}$, waarvan de eerste gevonden wordt door in de vergelijking voor den $n-2$-hoek, x in $-x$ te veranderen, uithoofde er onder het aantal $n-2$ waarden van α, welke aan de grondvergelijking

$$Sin.(n-1)\alpha = Sin.\alpha$$

voldoen, zich steeds een aantal van $\frac{n-3}{2}$ zal bevinden, welke de supplementen zijnde van die, welke op den $n-2$-hoek betrekking hebben, den vreemden factor opleveren. Na dus de algemeene vergelijking van den $n-2$en graad door dien factor te hebben gedeeld, verkrijgt men de complete vergelijking van den $\frac{n-1}{2}$en graad voor den n-hoek. Deze laatste zal echter, zoodra n een zamengesteld getal is, op nieuw in een of meer factoren van lageren graad kunnen ontbonden worden, zoo als zulks bij den 9-hoek en den 15-hoek gebleken is het geval te zijn.

6. Na de voorgaande afleidings-methode verklaard te hebben, gaan wij thans over eene algemeene methode te doen kennen, welke regtstreeks voor elken n-hoek de vergelijking oplevert, tot wortels hebbende de zijde zelve en *al* de diagonalen des veelhoeks.

Te dien einde nemen wij tot grondslag de vergelijking, welke voor een willekeurig aantal zijden geldt, te weten

koorde $2n\alpha = 0$, of ook $Sin.\, n\alpha = 0$, . . (10)

waarin 2α steeds den boog aanduidt door de zijde des veelhoeks bespannen.

Stellen wij $\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$, dan is

$$Sin.\, n\alpha = Sin.\, n\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \pm\, Cos.\, n\beta$$

naardat n van den vorm $4p + 1$ of $4p - 1$ is.

Nu heeft men voor den *Cosinus* van het veelvoud eens boogs, de algemeene formule

$$Cos.\, n\beta = 2^{n-1}\, Cos.^{n}\beta - n.\, 2^{n-3}\, Cos.^{n-2}\beta +$$
$$+ \frac{n(n-3)}{2} 2^{n-5}\, Cos.^{n-4}\beta - \frac{n.(n-4)(n-5)}{2.3} 2^{n-7}\, Cos.^{n-6}\beta + \text{etc.} \; (\beta)$$

Zij y de zijde des veelhoeks, dan is $2\, Sin.\, \alpha = 2\, Cos.\, \beta = y$. Door nu de voorgaande uitdrukking, naar aanleiding van verg. (10), gelijk nul te stellen, bekomt men

$$y\left\{y^{n-1} - ny^{n-3} + n\frac{(n-3)}{2}y^{n-5} - n\frac{(n-4)(n-5)}{2.3}y^{n-7} + \text{etc.}\right\} = 0, . \; (11)$$

waarin de factor y kan achterwege gelaten worden, als gevende een wortel $= 0$, welke niet in aanmerking komt.

Stellende thans in die vergelijking achtervolgens $n = 3, 5, 7, 9$ enz., dan ontstaan hieruit de navolgende vergelijkingen:

Voor den 3-hoek, $y^2 - 3 = 0$.
" " 5 " $y^4 - 5y^2 + 5 = 0$.
" " 7 " $y^6 - 7y^4 + 14y^2 - 7 = 0$.
" " 9 " $y^8 - 9y^6 - 27y^4 - 30y^2 + 9 = 0$,
of wel $(y^6 - 6y^4 + 9y^2 - 3)(y^2 - 3) = 0$,
uithoofde twee der diagonalen met de zijden des driehoeks overeenkomen.

Voor den 11 hoek, $y^{10} - 11y^8 + 44y^6 - 77y^4 + 55y^2 - 11 = 0.$

" " 13 " $y^{12} - 13y^{10} + 65y^8 - 156y^6 + 182y^4 - 91y^2 + 13 = 0.$

" " 15 " $y^{14} - 15y^{12} + 90y^{10} - 275y^8 + 450y^6 - 378y^4 + 140y^2 - 15 = 0,$

of wel $(y^8 - 7y^6 + 14y^4 - 8y^2 + 1)(y^4 - 5y^2 + 5)(y^2 - 3) = 0,$ dewijl de diagonalen gedeeltelijk overeenkomen met de zijden en diagonalen van den vijfhoek en den driehoek.

" " 17 " $y^{16} - 17y^{14} + 119y^{12} - 442y^{10} + 935y^8 - 1122y^6 + 714y^4 - 204y^2 + 17 = 0.$

Al deze vergelijkingen stemmen volkomen overeen met die, welke door den Heer BUYS BALLOT langs eenen anderen weg verkregen zijn. Zij klimmen alle tot eene evene magt, en hebben even vele positieve als negatieve wortels, welke in getallenwaarden met elkander overeenkomen, en aangezien men voor elken veelhoek slechts $\frac{n-1}{2}$ van elkander verschillende grootheden te bepalen heeft, schijnen de negatieve wortels hier geene meetkunstige beteekenis te hebben, even als zulks reeds hiervoren (n°. 1) door ons is opgemerkt. In de vergelijkingen waartoe wij volgens onze eerste methode geraakt zijn, en waarvan de wortel $x = 2\,Cos.\,\alpha$ is, komen insgelijks negatieve wortels voor; doch de waarden van α behooren steeds tot boogen $< \pi$, zoodat hieruit voor de diagonalen, die door $2\,Sin.\,\alpha$ uitgedrukt worden, steeds positieve uitkomsten afgeleid worden.

7. Blijkens het gestelde in n°. 6, laat zich de koorde des boogs $2n\alpha$ uitdrukken door $\pm\, 2\,Cos.\,n\,\beta$. Hieruit volgt, dat indien men de voorste leden der aldaar gevonden vergelijkingen voor de verschillende veelhoeken, met $+\,y$ of

$-y$ vermenigvuldigt, naar dat n van den vorm $4p+1$ of $4p-1$ is, die producten alsdan de waarden doen kennen der koorden van elk oneven veelvoud des boogs 2α, in functie van de koorde y des enkelen boogs.

8. De Heer BUYS BALLOT had reeds in zijn eersten arbeid de opmerking gemaakt, dat in de vergelijkingen voor den zeven- en den elfhoek de coëfficiënten, met uitzondering van den eersten die steeds de eenheid is, juist door de getallen 7 en 11 deelbaar zijn. Onze algemeene vergelijking (11) toont terstond aan, dat die eigenschap zich niet bij deze twee veelhoeken bepaalt, maar tevens plaats vindt bij die van 5, 13, 17, 19 zijden enz., en in het algemeen bij alle die, waarvan het oneven aantal zijden n de eigenschap heeft, dat de breuken

$$\frac{n-3}{2}, \quad \frac{(n-4)(n-5)}{2.3}, \quad \frac{(n-5)(n-6)(n-7)}{2.3.4} \text{ enz.}$$

geheele getallen opleveren.

Hij heeft daarenboven juist opgemerkt, zonder evenwel het betoog daarvan te leveren, dat enkele dezer vergelijkingen, met terzijdestelling van den eersten term, deelbaar zijn door y^2-1. Ook deze eigenschap laat zich uit onze algemeene vergelijking (β) gemakkelijk afleiden. Te dien einde schrijve men die vergelijking onder dezen vorm:

$$2\,Cos.n\beta - y^n = -ny\left\{y^{n-3} - \frac{n-3}{2}y^{n-5} + \frac{(n-4)(n-5)}{2.3}y^{n-7} - \frac{(n-5)(n-6)(n-7)}{2.3.4}y^{n-9} \ldots \pm 1\right\}$$

Stellende thans $\beta = \frac{\pi}{3}$ of $y = 2\,Cos.\beta = 1$, dan wordt het voorste lid $= 2\,Cos.\frac{n\pi}{3} - 1$. Derhalve, zoodra n van

den vorm $6p-1$ of $6p+1$ is, heeft men $Cos.\frac{n\pi}{3}=\frac{1}{2}$ en dus $2\,Cos.\frac{n\pi}{3}-1=0$; waaruit volgt dat het tweede lid der voorgaande algemeene vergelijking nul wordt voor $y^2=1$, en dus tot factor heeft y^2-1. Die algemeene eigenschap zal alzoo gelden voor den veelhoek van 5. 7. 11. 13. 17. 19. 23. 25 enz. zijden, en dus *niet* uitsluitend voor veelhoeken, welker aantal zijden n ondeelbaar is, en welke door genoemden wiskundige met den naam van *primunigones* bestempeld worden *).

9. Men kan ook regtstreeks eene algemeene complete vergelijking in x voor den veelhoek van een oneven aantal zijden n bekomen, welker wortels de $\frac{n-1}{2}$ waarden van $Cos.\,\alpha$ opleveren, en waaruit vervolgens de zijde en de van elkander verschillende waarden $2\,Sin.\,\alpha$ der diagonalen kunnen worden berekend. Zie hier de methode welke daartoe leidt.

Uit de grondvergelijking.

$$Sin.(n-1)\,\alpha = Sin.\,\alpha$$

volgt

$$Sin.(n-1)\,\alpha - Sin.\,\alpha = 0$$

of wel

$$Sin.\frac{(n-2)}{2}\alpha.\ Cos.\frac{n\,\alpha}{2} = 0.$$

Elk dezer factoren gelijk nul stellende, verkrijgt men de twee navolgende stelsels waarden voor α, te weten:

$$\alpha = \frac{2\pi}{n-2},\ \frac{4\pi}{n-2},\ \frac{6\pi}{n-2}\ \ldots\ \frac{(n-3)\pi}{n-2}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{n},\ \frac{3\pi}{n},\ \frac{5\pi}{n}\ \ldots\ \frac{(n-2)\pi}{n}$$

*) Zie het aangehaalde tijdschrift pag. 158.

De eerste ten getale van $\frac{n-3}{2}$ zijn de supplementen van die, welke tot den veelhoek van $n-2$ zijden betrekking hebben, en leveren dus den vreemden factor op. Daarentegen zullen de laatste ten getale van $\frac{n-1}{2}$ eeniglijk op den n hoek toepasselijk zijn.

Maken wij hier wederom gebruik van de algemeene formule (β), welke ons reeds bij het vorige onderzoek gediend heeft, en stellende kortheidshalve $2\,Cos.\frac{\alpha}{2} = z$, dan bekomen wij in de plaats der vergelijking

$$Cos.\frac{n\alpha}{2} = 0,$$

na weglating van den factor z,

$$z^{n-1} - nz^{n-3} + n\frac{(n-3)}{2}z^{n-5} - n\frac{(n-4)(n-5)}{2.3}z^{n-7} \ldots \pm n = 0. (12)$$

Om hieruit de vergel. in x af te leiden, merke men op, dat uit de betrekking

$$2\,Cos.\alpha = 4\,Cos.^2\frac{1}{2}\alpha - 2$$

voortvloeit

$$x = z^2 - 2$$

En aangezien de exponent $n-1$ een even getal is, zal men na $z^2 = z'$ gesteld te hebben, de wortels dezer vergelijking in z' slechts met 2 hebben te verminderen om die van de $\frac{n-1}{2}$ magt in x te verkrijgen. Deze bewerking nu kan, zoo als bekend is, op eene gemakkelijke wijze verrigt worden met behulp van den algorithmus van HORNER *).

*) Wij hebben dezen algorithmus verklaard in onze *Lessen over de hoogere Algebra*, 2e druk. 1862. § 26.

10. Wij zullen het een en ander door een enkel voorbeeld nader toelichten. Stellen wij ons voor de vergelijking in x voor den 13-hoek te vormen. De verg. (12) geeft alsdan

$$z'^6 - 13 z'^5 + 65 z'^4 - 156 z'^3 + 182 z'^1 - 91 z' + 13 = 0.$$

1	−13	+65	−156	+182	−91	+13
	2	−22	+86	−140	+84	−14
	−11	+43	−70	+42	−7	−1
	2	−18	+50	−40	+4	
	−9	+25	−20	+2	−3	
	2	−14	+22	+4		
	−7	+11	+2	+6		
	2	−10	+2			
	−5	+1	+4			
	2	−6				
	−3	−5				
	2					
	−1					

Men bekomt alzoo voor de vergelijking in x

$$x^6 - x^5 - 5x^4 + 4x^3 + 6x^2 - 3x - 1 = 0$$

zijnde dezelfde als de reeds gevondene in n°. 4.

Men zal gemakkelijk inzien, dat de vergelijkingen in y ook regtstreeks uit die in x kunnen worden afgeleid door de wortels dezer laatste met 2 te vermeerderen, en vervolgens y^2 voor $x + 2$ te schrijven.

11. Behandelen wij thans het geval van

n even

en passen wij in de eerste plaats de afleidingsmethode toe, waarvan wij ons reeds in n°. 4 voor het geval van n *oneven* bediend hebben. Hieromtrent valt echter het navolgende aan te merken.

Uit de grondvergelijking

$$Sin.(n-1)\alpha = Sin.\alpha$$

volgen voor de $n-2$ waarden van α,

$$\alpha = \frac{\pi}{n}, \frac{3\pi}{n}, \frac{5\pi}{n} \ldots\ldots \frac{(n-1)}{n}\pi,$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{n-2}, \frac{4\pi}{n-2}, \frac{6\pi}{n-2} \ldots\ldots \frac{(n-4)}{n-2}\pi.$$

De laatste, ten getale van $\frac{n}{2}-2$, zullen als behoorende tot den veelhoek van $n-2$ zijden, den vreemden factor van de magt $\frac{n}{2}-2$ opleveren.

De eerste ten getale van $\frac{n}{2}$ zullen twee aan twee elkanders supplementen zijn, waaronder zich steeds éene $=\frac{\pi}{2}$ zal bevinden, indien n van den vorm $4p \pm 2$ is. Die waarden van α zullen echter eeniglijk betrekking hebben op de zijde en op de diagonalen, welke een *oneven* veelvoud des boogs bespannen, en tevens de middellijn bevatten voor $\alpha = \frac{\pi}{2}$, welke waarde alsdan den wortel $x = 0$ oplevert. De diagonalen, die evene veelvouden des boogs bespannen, zullen uit de vergelijking voor den $\frac{n}{2}$ hoek af te leiden zijn.

Voor $n = 4$, geeft de algemeene vergel. (2)

$$x^2 - 1 = 1 \quad \text{of} \quad x^2 - 2 = 0.$$

De twee gelijke doch in teeken verschillende wortels dezer vergelijking, welke met $\alpha = \frac{\pi}{4}$ en zijn supplement $\frac{3\pi}{4}$

overeenkomen, doen eeniglijk de zijde des vierhoeks kennen.

Voor $n = 6$, heeft men de vergelijking

$$x^4 - 3x^2 + 1 = 1 \quad \text{of} \quad x^2(x^2 - 3) = 0.$$

De hiertoe behoorende vier waarden van α zijn $\frac{\pi}{6}$, $\frac{3\pi}{6}$, $\frac{5\pi}{6}$ en $\frac{\pi}{2}$.

De eerste en derde hebben betrekking tot de vergelijk. $x^2 - 3 = 0$, en de beide overige tot de vergel. $x^2 = 0$. Zij geven respectivelijk de zijde des zeshoeks en die diagonaal, welke tevens middellijn is, te kennen.

Zij $n = 8$, dan krijgt men de vergelijking

$$x^6 - 5x^4 + 6x^2 - 1 = 1 \quad \text{of} \quad x^6 - 5x^4 + 6x^2 - 2 = 0.$$

Voor α heeft men de zes waarden

$$\alpha = \frac{\pi}{8}, \frac{3\pi}{8}, \frac{5\pi}{8}, \frac{7\pi}{8}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3}, \frac{2\pi}{3}.$$

De beide laatste tot den driehoek behoorende, geven den vreemden factor $x^2 - 1$. Men heeft alzoo voor den achthoek

$$x^6 - 5x^4 + 6x^2 - 2 = (x^2 - 1)(x^4 - 4x^2 + 2) = 0$$

waarin de tweede factor op de zijde en den diagonaal van den drievoudigen boog betrekking heeft.

Voor $n = 10$, komt de vergelijking

$$x^8 - 7x^6 + 15x^4 - 10x^2 = 0$$

of

$$x^2(x^6 - 7x^4 + 15x^2 - 10) = 0.$$

De acht waarden van α zijn hier

$$\alpha = \frac{\pi}{10}, \frac{3\pi}{10}, \frac{5\pi}{10}, \frac{7\pi}{10}, \frac{9\pi}{10},$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{4}.$$

Van de drie laatste behooren twee tot den vierhoek, waaruit de vreemde factor $x^2 - 2$ ontstaat. De beide waarden $\alpha = \frac{\pi}{2}$ hebben betrekking op den dubbelen wortel $x = 0$. Na deeling door dezen laatsten factor, vindt men

$$x^4 - 5x^2 + 5 = 0,$$

waaruit de zijde en de diagonaal van den drievoudigen boog kunnen bepaald worden.

Voor $n = 12$, vindt men de vergelijking

$$x^{10} - 9x^8 + 28x^6 - 35x^4 + 15x^2 - 2 = 0,$$

waaraan voldaan wordt door

$$\alpha = \frac{\pi}{12}, \frac{3\pi}{12}, \frac{5\pi}{12}, \frac{7\pi}{12}, \frac{9\pi}{12}, \frac{11\pi}{12}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{5}, \frac{2\pi}{5}, \frac{3\pi}{5}, \frac{4\pi}{5}.$$

De vier laatste zijn voor de eene helft de hoeken betrekkelijk den vijfhoek, en voor de andere helft de supplementen dezer hoeken. Zij zullen dus, ingevolge het reeds vroeger gevondene voor dien veelhoek, aanleiding geven tot de twee factoren $x^2 - x - 1$, $x^2 + x + 1$. Onder de zes eerste komen twee voor, te weten $\frac{\pi}{4}$ en $\frac{3\pi}{4}$, welke als tot den vierhoek behoorende, den factor $x^2 - 2$ opleveren. Na deeling door deze drie factoren, komt er voor de vergelijking betrekkelijk den 12-hoek

$$x^4 - 4x^2 + 1 = 0,$$

welker wortels de zijde en den diagonaal van het vijfvoud des boogs zullen doen kennen.

Zij nog $n = 14$, dan komt er

$$x^{12} - 11x^{10} + 45x^8 - 84x^6 + 70x^4 - 21x^2 + 1 = 1$$

of $x^2(x^{10} - 11x^8 + 45x^6 - 84x^4 + 70x^2 - 21) = 0.$

De 12 waarden van α zijn

$$\alpha = \frac{\pi}{14}, \frac{3\pi}{14}, \frac{5\pi}{14}, \frac{7\pi}{14}, \frac{9\pi}{14}, \frac{11\pi}{14}, \frac{13\pi}{14}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \frac{2\pi}{3}, \frac{5\pi}{6}.$$

Van deze laatste behooren de eerste en de vijfde tot den zeshoek; de tweede en de vierde tot den driehoek; de twee gelijke waarden, $\alpha = \frac{\pi}{2}$, geven $x = 0$. Men heeft dus de twee vreemde factoren $x^2 - 3$ en $x^2 - 1$, waaruit, na deeling, voor den 14-hoek ontstaat de vergelijking

$$x^6 - 7x^4 + 14x^2 - 7 = 0,$$

welker wortels de zijde en twee diagonalen des veelhoeks doen kennen.

12. Even als in n°. 9 zou men ook hier gebruik kunnen maken van de vergelijking

$$Cos. \frac{n\alpha}{2} = 0$$

om voor elke waarde van n regtstreeks eene vergelijking te verkrijgen, welke reeds van elken vreemden factor bevrijd zij. Nemen wij tot voorbeeld het geval van $n = 10$, dan geeft de verg. (β)

$$z^{10} - 10z^8 + 35z^6 - 50z^4 + 25z^2 - 2 = 0,$$

en met toepassing van den algorithmus van HORNER,

1	−10	+35	−50	+25	−2
	+2	−16	+38	−24	−2
	−8	+19	−12	+1	0
	+2	−12	+14	+4	
	−6	+7	+2	+5	
	+2	−8	−2		
	−4	−1	0		
	+2	−4			
	−2	−5			
	+2				
	0				

Derhalve wordt de vergelijking voor den tienhoek,

$$x(x^4 - 5x^2 + 5) = 0$$

hetgeen met het hiervoren gevondene overeenkomt.

13. Passen wij thans de methode toe op het vormen der algemeene vergelijking welker $n - 2$ wortels regtstreeks de *zijde* en *al* de diagonalen des veelhoeks opleveren.

Te dien einde nemen wij wederom tot grondslag de vergelijking

$$Sin.\, n\alpha = 0.$$

Stellen wij ook hier $\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$, waaruit volgt

$$Sin.\, n\alpha = Sin.\, n\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \pm\, Sin.\, n\beta$$

naar dat $\frac{n}{2}$ oneven of even is. Ingevolge de algemeene vergel. (α) heeft men, $2\, Cos.\, \beta = 2\, Sin.\, \alpha = y$ stellende,

$$y^{n-1} - (n-2)\,y^{n-3} + \frac{(n-3)(n-4)}{1\,.\,2}\,y^{n-5} -$$

$$-\frac{(n-4)(n-5)(n-6)}{1\,.\,2\,.\,3}\,y^{n-7} + \text{etc.} = 0 \quad . \; . \quad (13)$$

Daar n even is, zal die vergelijking door y deelbaar zijn. Na weglating van dezen factor, heeft men voor de complete vergelijking van den n-hoek

$$y^{n-2} - (n-2)\,y^{n-4} + \frac{(n-3)(n-4)}{1\,.\,2}\,y^{n-6} -$$

$$-\frac{(n-4)(n-5)(n-6)}{1\,.\,2\,.\,3}\,y^{n-8} + \text{etc.} = 0 \quad . \; . \quad (14)$$

Zij $n = 4$, dan komt er voer den vierhoek

$$y^2 - 2 = 0.$$

Zij $n = 6$, de vergelijking (14) geeft alsdan

$$y^4 - 4\,y^2 + 3 = 0,$$

en aangezien twee der diagonalen tot den driehoek behooren, zal zij eenen factor $y^2 - 3$ hebben, en dus kunnen voorgesteld worden door

$$(y^2 - 3)(y^2 - 1) = 0.$$

Voor $n = 8$, heeft men

$$y^6 - 6\,y^4 + 10\,y^2 - 4 = 0.$$

Twee diagonalen behooren tot den vierhoek. De vergelijking kan derhalve vervangen worden door

$$(y^2 - 2)(y^4 - 4\,y^2 + 2) = 0.$$

Voor $n = 10$, vindt men

$$y^8 - 8\,y^6 + 21\,y^4 - 20\,y^2 + 5 = 0.$$

Van de zeven diagonalen behooren vier tot den vijfhoek, waar-

toe de factor $y^4 - 5y^2 + 5$ betrekking heeft, zoodat de voorgaande vergelijking aldus kan geschreven worden

$$(y^4 - 5y^2 + 5)(y^4 - 3y^2 + 1) = 0.$$

Voor $n = 12$, komt de vergelijking

$$y^{10} - 10y^8 + 36y^6 - 56y^4 + 35y^2 - 6 = 0.$$

De diagonalen behooren gedeeltelijk tot den zeshoek en gedeeltelijk tot den vierhoek. Die vergelijking heeft alzoo tot factoren $(y^2 - 1)(y^2 - 3)$ en $y^2 - 2$, en laat zich aldus voorstellen

$$(y^2 - 1)(y^2 - 2)(y^2 - 3)(y^4 - 4y^2 + 1) = 0.$$

Even zoo bekomt men voor $n = 16$,

$$y^{14} - 14y^{12} + 78y^{10} - 220y^8 + 330y^6 - 252y^4 + 84y^2 - 8 = 0$$

En aangezien de diagonalen tevens bevatten de zijde en de diagonalen van den achthoek, voor welke hiervoren gevonden is $y^6 - 6y^4 + 10y^2 - 4 = 0$, komt er voor den 16-hoek, de vergelijking

$$(y^6 - 6y^4 + 10y^2 - 4)(y^8 - 8y^6 + 20y^4 - 16y^2 + 2) = 0.$$

Op die wijze voortgaande zal men de vergelijking voor een veelhoek van een willekeurig *even* aantal zijden kunnen verkrijgen.

14. De zoo even toegepaste algemeene formule (α) kan tevens dienen om de koorde van een *even* veelvoud eens boogs in functie der koorde van den enkelen boog uit te drukken, even als wij zulks reeds hiervoren (n°. 7) ten aanzien van een oneven veelvoud gedaan hebben.

Daartoe merke men slechts op, dat men heeft

$$\text{koorde } 2n\alpha = 2\,Sin.\,n\alpha = \pm\, 2\,Sin.\,n\beta$$

naar dat n van den vorm $4p + 2$ of $4p$ is. Omdat nu $y = 2\,Cos.\beta = 2\,Sin.\alpha =$ koorde α, zoo geeft de aange-

haalde formule, wanneer men hierbij van de in n°. 13 voor verschillende waarden van n reeds verkregen uitkomsten gebruik maakt, en tevens $2\, Sin.\, \beta$ door $\sqrt{(4-y^2)}$ vervangt,

koorde 4 maal boog $= -y(y^2-2)\sqrt{4-y^2}$.

" 6 " " $= +y(y^4-4y^2+3)\sqrt{(4-y^2)}$
$= y(y^2-3)(y^2-1)\sqrt{(4-y^2)}$.

" 8 " " $= -y(y^6-6y^4+10y^2-4)\sqrt{(4-y^2)}$
$= -y(y^2-2)(y^4-4y^2+2)\sqrt{(4-y^2)}$.

" 10 " " $= +y(y^4-5y^2+5)(y^4-3y^2+1)$
$\sqrt{(4-y^2)}$.

" 12 " " $= -y(y^2-1)(y^2-2)(y^2-3)$
$(y^4-4y^2+1)\sqrt{(4-y^2)}$.

enz. enz.

15. Men is den Heer BUYS BALLOT nog de opmerking verschuldigd, dat de veelhoeken, welker aantal zijden een veelvoud van 4 is (door hem genaamd *didigones*), de eigenschap bezitten dat hare vergelijkingen in symetrische functiën van y en $4-y^2$ kunnen uitgedrukt worden. Aldus vindt hij voor de vergelijkingen van

den vierhoek $y^2-(4-y^2)=0$.
" achthoek $(y^2)^2+(4-y^2)^2-12=0$.
" twaalfhoek $(y^2)^2+(4-y^2)^2-14=0$.
" zestienhoek $\{(y^2)^2+2\}\{(4-y^2)^2+2\}-34=0$.

Zie hier hoe men tot dergelijke symetrische uitdrukkingen kan geraken. Zoo als reeds vroeger gebleken is, kan de vergelijking $Cos.\frac{n\alpha}{2}=0$ dienen om voor eenigen veelhoek de vergelijking te verkrijgen, welke van vreemde factoren bevrijd zij. Stellende thans $n=2m$, dan is m hier een *even* getal. Nu heeft men, zoo als bekend is, voor den *Co-*

sinus van het m-voud eens boogs de algemeene formule

$$Cos.\,m\,\alpha = Cos.^m\,\alpha - \overset{2}{(m)}\,Cos.^{m-2}\,\alpha\,Sin.^2\,\alpha +$$
$$+ \overset{4}{(m)}\,Cos.^{m-4}\,Sin.^4\,\alpha \ldots \pm \overset{4}{(m)}\,Cos.^4\,\alpha\,Sin.^{m-4}\,\alpha$$
$$\mp \overset{2}{(m)}\,Cos.^2\,\alpha\,Sin.^{m-2}\,\alpha \pm Sin.^m\,\alpha \ldots\ldots\ldots\ldots (\gamma)$$

waarin $\overset{r}{(m)}$ den r^{den} binominaal-coëfficiënt aanwijst.

Het is terstond in te zien dat de vergel. $Cos.\,m\,\alpha = 0$ niet verandert, indien men daarin de grootheden $Sin.^2\,\alpha$ en $Cos.^2\,\alpha$ onderling verwisselt, en daar $Sin.\,\alpha = \frac{y}{2}$, $Cos.\,\alpha = \frac{1}{2}\sqrt{(4 - y^2)}$, volgt hieruit dat die vergelijking in eene kan vervormd worden, welke symetrisch zij ten aanzien van y^2 en $4 - y^2$. Wij zullen hiervan eenige toepassingen maken.

Zij $n = 4$ of $m = 2$, dan komt er voor den vierhoek

$$Cos.^2\,\alpha - Sin.^2\,\alpha = 0,$$

of wel

$$y^2 - (4 - y^2) = 0.$$

Zij $n = 8$, of $m = 4$, dan volgt uit de algemeene vergel. (γ)

$$Cos.^4\,\alpha - 6\,Cos.^2\,\alpha\,Sin.^2\,\alpha + Sin.^4\,\alpha = 0.$$

Het voorste lid dezer vergelijking kan aldus in functie van $Sin.^4\,\alpha$ en $Cos.^4\,\alpha$ uitgedrukt worden. Op grond der vergelijking

$$1 = (Sin.^2\alpha + Cos.^2\,\alpha)^2 = Sin.^4\,\alpha + 2\,Sin.^2\,\alpha\,Cos.^2\,\alpha + Cos.^4\,\alpha,$$

heeft men

$$2\,Sin.^2\,\alpha\,Cos.^2\,\alpha = 1 - Sin.^4\,\alpha - Cos.^4\,\alpha,$$

door welke substitutie de bedoelde vergelijking overgaat in

$$4\,Sin.\ \ \alpha + 4\,Cos.^4\,\alpha - 3 = 0$$

of wel

$$16\,Sin.^4\,\alpha + 16\,Cos.^4\,\alpha - 12 = 0,$$

dus

$$(y^2)^2 + (4 - y^2)^2 - 12 = 0.$$

Zij $n = 12$, $m = 6$, dan heeft men de vergelijking

$$Cos.^6\alpha - 15\,Cos.^4\alpha\,Sin.^2\alpha + 15\,Cos.^2\alpha\,Sin.^4\alpha - Sin.^6\alpha = 0,$$

of $Cos.^6\alpha - Sin.^6\alpha - 15\,Sin.^2\alpha\,Cos.^2\alpha(Cos.^2\alpha - Sin.^2\alpha) = 0.$

Deze vergel. deelbaar zijnde door den factor $Cos.^2\,\alpha - Sin.^2\,\alpha$, welke op den vierhoek betrekking heeft, zoo verkrijgt men na deeling

$$Cos.^4\,\alpha + Sin.^4\,\alpha - 14\,Sin.^2\,\alpha\,Cos.^2\,\alpha = 0,$$

of wel

$$Cos.^4\,\alpha + Sin.^4\,\alpha - 7\,(1 - Sin.^4\,\alpha - Cos.^4\,\alpha) = 0,$$

$$8\,Sin.^4\,\alpha + 8\,Cos.^4\,\alpha - 7 = 0,$$

waaruit na vermenigvuldiging met 2 volgt

$$(y^2)^2 + (4 - y^2)^2 - 14 = 0.$$

Zij nog $n = 16$, $m = 8$, dan komt er

$$Cos.^8\,\alpha - 28\,Cos.^6\,\alpha\,Sin.^2\,\alpha + 70\,Cos.^4\,\alpha\,Sin.^4\,\alpha$$
$$- 28\,Cos.^2\,\alpha\,Sin.^6\,\alpha + Sin.^8\,\alpha = 0,$$

of wel

$$Sin.^8\,\alpha + Cos.^8\,\alpha + 70\,Sin.^4\alpha\,Cos.^4\alpha - 28\,Sin.^2\alpha\,Cos.^2\alpha$$
$$(Sin.^4\,\alpha + Cos.^4\,\alpha) = 0.$$

Schrijft men hierin voor

$$Sin.^4\,\alpha + Cos.^4\,\alpha,\quad 1 - 2\,Sin.^2\,\alpha\,Cos.^2\,\alpha$$

en voor

$$Sin.^8\,\alpha + Cos.^8\,\alpha,\quad 1 + 2\,Sin.^4\,\alpha\,Cos.^4\,\alpha - 4\,Sin.^2\,\alpha\,Cos.^2\,\alpha,$$

dan verkrijgt men, na eene ligte herleiding

$$1 - 32\,Sin.^2\,\alpha\,Cos.^2\,\alpha + 128\,Sin.^4\,\alpha\,Cos.^4\,\alpha = 0,$$

of wel

$$1 - 16(1 - Sin.^4\,\alpha - Cos.^4\,\alpha) + 128\,Sin.^4\,\alpha\,Cos.^4\,\alpha = 0,$$

$$16\,Sin.^4\,\alpha + 16\,Cos.^4\,\alpha + 128\,Sin.^4\,\alpha\,Cos.^4\,\alpha - 15 = 0,$$

welke, na vermenigvuldiging met 2, ook onder dezen vorm kan geschreven worden

$$(16\,Sin.^4\,\alpha + 2)(16\,Cos.^4\,\alpha + 2) - 34 = 0,$$

en dus

$$\{(y^2)^2 + 2\}\,\{(4 - y^2)^2 + 2\} - 34 = 0.$$

Het spreekt van zelf dat de bewerking, om de vergelijking in y onder den eenvoudigsten symetrischen vorm te bekomen, des te omslagtiger wordt, naarmate het aantal zijden n toeneemt.

16. Wij achten het niet overbodig nog op het opmerkelijke verband te wijzen, hetwelk tusschen de vergelijkingen in y voor n *oneven* en voor n *even* bestaat, zoodat wederkeerig het eene stelsel uit het andere kan afgeleid worden.

Toonen wij in de eerste plaats aan hoe men nit de vergelijkingen voor n *oneven*, die voor n *even* kan verkrijgen. Hiertoe leidt de navolgende beschouwing.

De eerst bedoelde vergelijkingen zijn alle begrepen in de algemeene

$$y\left\{y^{n-1} - ny^{n-3} + \frac{n(n-3)}{1\,.\,2}\,y^{n-5} - \frac{n(n-4)(n-5)}{2\,.\,3}\,y^{n-7} - \text{enz.}\right\} = 0, . (11)$$

met weglating van den factor y, zijnde het voorste lid de ontwikkeling van $2\,Cos.\,n\,\beta$.

De laatste vergelijkingen daarentegen zijn begrepen in de algemeene

$$y^{n-2}-(n-2)y^{n-4}+\frac{(n-3)(n-4)}{1.2}y^{n-6}-$$

$$-\frac{(n-4)(n-5)(n-6)}{2.3}y^{n-8}+\text{enz.}=0\ .\ (14)$$

Merken wij thans op, dat deze uit (11) verkregen wordt door differentiatie ten aanzien van y, en vervolgens te deelen door ny. Moest men echter in de verg. (11) vooraf voor n eene evene waarde substitueren, dan zou de hier aangewezen tweeledige bewerking niet te verkiezen zijn boven eene regtstreeksche substitutie in verg. (14). Doch die eerste bewerking kan aldus vermeden worden.

Naardemaal

$$2\{Cos.(n-1)\beta+Cos.(n+1)\beta\}=4Cos.n\beta\ Cos.\beta=2y\ Cos.n\beta$$

en dus

$$2\ Cos.n\beta=\frac{2}{y}\{Cos.(n-1)\beta+Cos.(n+1)\beta\},$$

heeft men, om de waarde van $2\,Cos.\,n\beta$ te verkrijgen, slechts de som te nemen der vergelijkingen in y, welke reeds voor twee op elkander volgende veelhoeken van het *oneven* aantal zijden $n-1$ en $n+1$ bekend zijn. Stel dat men de vergelijking voor den 12-hoek verlangt te vormen, dan gebruikt men hiertoe die van den 11-hoek en van den 13-hoek, waarvan de som, volgens het gevondene in n°. 6, is

$$y^{12}-12y^{10}+54y^{8}-112y^{6}+105y^{4}-36y^{2}+2=0.$$

Deze vergelijking differentiërende, en de uitkomst door $12y$ deelende, vindt men voor den 12-hoek

$$y^{10}-10y^{8}+36y^{6}-56y^{4}+35y^{2}-6=0$$

even als vroeger verkregen is.

Zie hier nog eene tweede handelwijze waarbij geene differentiatie vereischt wordt.

Uit de formule

$$Cos.(n-1)\beta - Cos.(n+1)\beta = 2\,Sin.n\beta\,Sin.\beta,$$

volgt

$$\frac{Sin.n\beta}{Sin.\beta} = \frac{2\{Cos.(n-1)\beta - Cos.(n+1)\beta}{4\,Sin.^2\beta} =$$

$$= \frac{2\{Cos.(n+1)\beta - Cos.(n-1)\beta\}}{y^2-4}.$$

Nu is het voorste lid der verg. (14) niets anders dan de ontwikkeling van $\frac{Sin.n\beta}{Sin.\beta}$ met weglating van den factor y. Hieruit besluit men alzoo, dat men om de vergel. in y voor het evene getal n te verkrijgen die voor het getal $n-1$ zal hebben af te trekken van die voor het getal $n+1$, en het verschil te deelen door den factor y^2-4.

Aldus heeft men om die voor den 12-hoek te vormen:

Voor den

13-hoek	$y^{12}-13y^{10}+65y^8-156y^6+182y^4-91y^2+13=0$
11 "	$y^{10}-11y^8+44y^6-77y^4+55y^2-11=0$
Verschil	$y^{12}-14y^{10}+76y^8-200y^6+259y^4-146y^2+24=0$

De deeling door den factor y^2-4 vordert de navolgende bewerking

1 − 14	+ 76	− 200	+ 259	− 146	+ 24	
+ 4	− 40	+ 144	− 224	+ 140	− 24	
− 10	+ 36	− 56	+ 35	− 6	− 0	

De vergelijking voor den 12-hoek is mitsdien

$$y^{10}-10y^8+36y^6-56y^4+35y^2-6=0$$

overeenstemmende met het hiervoren gevondene.

Eenvoudiger is echter de bewerking om wederkeerig uit

de vergelijking voor *n even*, die voor *n oneven* af te leiden.

Immers uit de formule

$$Sin.(n+1)\beta - Sin.(n-1)\beta = 2\,Sin.\beta\,Cos.n\beta$$

volgt

$$2\,Cos.n\beta = \frac{Sin.(n+1)\beta - Sin.(n-1)\beta}{Sin.\beta},$$

waaruit onmiddellijk blijkt, dat de vergel. voor het oneven aantal zijden *n* verkregen wordt door slechts de vergelijkingen voor de veelhoeken van $n+1$ en $n-1$ zijden van elkander af te trekken. Bijv. er is gevonden:

voor den 12-hoek, $y^{10}-10y^8+36y^6-56y^4+35y^2-6=0$, en

" " 10 " $y^8-8y^6+21y^4-20y^2+5=0$.

Hiervan is het verschil

$$y^{10}-11y^8+44y^6-77y^4+55y^2-11=0,$$

zijnde de vergelijking voor den 11-hoek.

Het zal dus verkieselijk zijn de berekening aan te vangen met de vergelijkingen voor een *even* aantal zijden, en hieruit vervolgens door aftrekkingen die van een *oneven* tal zijden af te leiden.

Het mag hierbij niet onopgemerkt blijven, dat er een naauw verband bestaat tusschen de coëfficiënten voor de eerstgenoemde vergelijkingen, en de gewone binomiaal-coëfficiënten. Het loopt namelijk in het oog, dat die coëfficiënten (van den tweeden term af gerekend) respectivelijk overeenstemmen met den 1e binominaal-coëfficiënt van de $(n-2)^e$; den tweeden van de $(n-3)^e$; den derden van de $(n-4)^e$; den vierden van de $(n-5)^e$ magt enz. Heeft men dus het navolgende tafeltje der binominaal-coëfficiënten van de opvolgende magten gevormd,

1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1
1 6 15 20 15 6 1
1 7 21 35 35 21 7 1
1 8 28 56 70 56 28 8 1
1 9 36 84 126 126 84 36 9 1
1 10 45 120 210 252 210 120 45 10 1
1 11 55 165 330 462 462 330 165 55 11 1
1 12 66 220 495 792 924 792 495 220 66 12 1

dan ziet men terstond, dat de coëfficiënten voor den 14-hoek zullen zijn

12 55 120 126 56 7

en dus de vergelijking voor dien veelhoek

$$y^{12} - 12y^{10} + 55y^{8} - 120y^{6} + 126y^{4} - 56y^{2} + 7 = 0,$$

Zij moet tot factor hebben die voor den 7-hoek, welke, naar aanleiding der voorgaande regels aldus gevonden wordt:

voor den 8-hoek, $1 - 6 + 10 - 4$
„ „ 6 „ $1 - 4 + 3$
verschil $1 - 7 + 14 - 7$, coëfficiënten voor den 7-hoek.

De voorgaande vergelijking is derhalve aldus voor te stellen:

$$(y^{6} - 7y^{4} + 14y^{2} - 7)(y^{6} - 5y^{4} + 6y^{2} - 1) = 0.$$

OVER EENE WIJZE VAN

WORDING DER KROMTELIJNEN

OP DE

OPPERVLAKTE VAN DE ELLIPSOÏDE MET DRIE ONGELIJKE ASSEN,

EN OVER DE

VERWANTSCHAP DEZER LIJNEN MET CONFOCALE SPHERISCHE ELLIPSEN.

DOOR

G. J. VERDAM.

De definitie van kromtelijnen of krommingslijnen, door MONGE gegeven, is algemeen. Volgens haar is de wording van kromtelijnen voor alle gebogene oppervlakken dezelfde. Voor eenig bepaald oppervlak, en ook als men die lijnen aanmerkt als meetkundige plaatsen van punten, kunnen zij op andere wijzen ontstaan. Het kan toevallig blijken, doch eerder zal zoodanige andere wijze uit opgemerkte hoedanigheden worden afgeleid, of zij zal een gevolg zijn van eenig onderzoek in ander opzigt. Zoo is men b. v. geleid geworden tot het weten, dat de kromtelijnen der ellipsoïde met drie ongelijke assen niet onderscheiden zijn van de doorsnijdingen dezer oppervlakte met confocale hyperboloïden. In meetkundigen zin is dit eene constructie, en deze constructie geeft eene wording van de kromtelijnen op de oppervlakte der ellipsoïde.

Zoo heeft men, uit andere beschouwingen, geleerd, dat

de kromtelijnen, op de gebogene oppervlakte der ellipsoïde, beschreven zouden kunnen worden, zoo als ellipsen, op een plat vlak, om twee brandpunten. Verder zou in aanmerking kunnen komen de constructie van diezelfde lijnen door de snijding met projecterende cylindervlakken; maar deze is eene algemeene constructie voor elke kromme lijn op eenig oppervlak.

Er is eene andere, misschien niet bekende, wijze van wording der kromtelijnen op de oppervlakte der ellipsoïde met drie ongelijke assen. Over deze, en over hetgeen er mede zamenhangt, zal het een en ander in deze Bijdrage ontwikkeld worden.

---

1. Zij

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

de vergelijking eener ellipsoïde, welker assen zijn $2a$, $2b$, $2c$ $(a > b > c)$.

Zij eene éénvlakkige hyperboloïde, concentrisch en confocaal met de ellipsoïde (1), zoodat hare zoogenaamde onbestaanbare as $2c_1$ gerigt zij langs de as $2c$ van de ellipsoïde. Zijn $2a_1$ en $2b_1$ de beide bestaanbare assen van deze hyperboloïde, dan is zij confocaal met de ellipsoïde, als $a_1{}^2 - b_1{}^2 = a^2 - b^2$, en $a_1{}^2 + c_1{}^2 = a^2 - c^2$, en dan ook $b_1{}^2 + c_1{}^2 = b^2 - c^2$ is. Zijn e en ε de brandpunts-afstanden of excentriciteiten der hoofdsnijdingen $(a\,b)$ en $(a\,c)$ der ellipsoïde, dan volgt uit deze betrekkingen, dat a_1 altijd $> e$ maar $< \varepsilon$ is; te eerder ook $a_1 < a$. Stel daarom $a_1{}^2 = a^2 - h^2$, dan worden $b_1{}^2 = b^2 - h^2$, $c_1{}^2 = h^2 - c^2$, en de vergelijking der hyperboloïde zal zijn:

$$\frac{x^2}{a^2-h^2}+\frac{y^2}{b^2-h^2}-\frac{z^2}{h^2-c^2}=1\ldots(2).$$

In deze vergelijking is h een parameter, die grooter dan c en kleiner dan b moet zijn. Wordt hij veranderlijk gedacht, dan kan zijne grootte elke zijn tusschen deze grenzen c en b. Om het gedurig gebruik van andere letters, of van accenten en indices te vermijden, zijn de veranderlijke of doorloopende coördinaten der punten van de hyperboloïde (2), door dezelfde letters x, y, z als die der punten van de ellipsoïde (1) aangeduid, mits zij als van elkander onderscheiden gedacht worden. Zijn zij niet onderscheiden, dan behooren zij tot punten van de kromme lijnen, volgens welke de beide oppervlakken (1) en (2) elkander snijden. Deze doorsnijdingen zijn twee gelijke en gelijkvormige, maar tegenovergesteld gelegene, niet vlakke kromme lijnen, de eene aan de eene zijde, de andere aan de andere zijde van het hoofd-middenvlak $(a\,b)$ der ellipsoïde. Zij zijn twee der oneindig vele kromtelijnen der ellipsoïde. De afmeting dezer lijnen hangt af van de grootte, die men aan den parameter h heeft toegekend. Geeft men oor h elke grootte van c af tot b toe, dan ontstaat er eene groep van opvolgende hyperboloïden, alle confocaal met de ellipsoïde (1), en deze volgens kromtelijnen snijdende, die gezamenlijk eene groep van overeenkomstige kromtelijnen, een eerste stelsel van kromtelijnen, uitmaken.

De projectiën dezer kromtelijnen op de coördinatenvlakken $x\,y$ en $x\,z$ zijn ellipsen, en die op het vlak $y\,z$ zijn hyperbolen. De vergelijkingen dezer projectiën zijn:

$$\frac{a^2-c^2}{a^2-h^2}\cdot\frac{x_1{}^2}{a^2}+\frac{b^2-c^2}{b^2-h^2}\cdot\frac{y_1{}^2}{b^2}=1,\ldots(3).$$

$$\frac{a^2-b^2}{a^2-h^2}\cdot\frac{x_1{}^2}{a^2}+\frac{b^2-c^2}{h^2-c^2}\cdot\frac{z_1{}^2}{c^2}=1,\ldots(4).$$

$$\frac{a^2 - c^2}{h^2 - c^2} \cdot \frac{z_1^2}{c^2} - \frac{a^2 - b^2}{b^2 - h^2} \cdot \frac{y_1^2}{b^2} = 1 \ldots (5).$$

Eene tweede groep, een tweede stelsel van kromtelijnen, ontstaat door de snijding van de ellipsoïde met confocale tweevlakkige hyperboloïden, hebbende hare bestaanbare assen $2a_2$ langs de as $2a$ der ellipsoïde. Derhalve moeten de voorwaarden hier zijn, $a_2^2 + c_2^2 = a^2 - c^2$, $a_2^2 + b_2^2 = a^2 - b^2$, $c_2^2 - b_2^2 = b^2 - c^2$. Aan deze wordt voldaan door te stellen $a_2^2 = a^2 - k^2$, waaruit volgen zal $b_2^2 = k^2 - b^2$, $c_2^2 = k^2 - c^2$, zoodat deze hyperboloïde tot vergelijking heeft:

$$\frac{x^2}{a^2 - k^2} - \frac{y^2}{k^2 - b^2} - \frac{z^2}{k^2 - c^2} = 1 \ldots (6).$$

De parameter k moet $< a$ en $> b$ zijn; hij heeft derhalve b en a tot limieten van grootte, dat is kan van de grootte b tot de grootte a vloeijend aangroeijen. Bij dusdanige aangroeijing ontstaat eene tweede groep van confocale hyperboloïden, van welke elke eene de ellipsoïde snijdt volgens twee gelijke en gelijkvormige niet vlakke kromme lijnen, de eene gelegen aan de eene zijde van het coördinaten-vlak $y\,z$, de andere aan de andere zijde. Zij zijn ten opzigte van dit vlak $y\,z$ tegenovergesteld, dat is symmetrisch, gelegen. Zij zijn kromtelijnen, en alle de dergelijke, eveneens geconstrueerde, maken gezamenlijk het tweede stelsel van kromtelijnen der ellipsoïde uit. Alle de kromtelijnen van eene der twee groepen worden door elke kromtelijn van de andere groep *regthoekig* gesneden, gelijk ook én de ellipsoïde én de hyperboloïden van beide de groepen elkander onderling regthoekig snijden.

Van de kromtelijnen dezer tweede groep zijn de projectiën op het coördinatenvlak $x\,y$ hyperbolen, maar op de

beide andere coördinatenvlakken zijn het ellipsen, gelijk blijkt uit de navolgende vergelijkingen dezer projectiën.

$$\frac{a^2 - c^2}{a^2 - k^2} \cdot \frac{x_2^{\,2}}{a^2} - \frac{b^2 - c^2}{k^2 - b^2} \cdot \frac{y_2^{\,2}}{b^2} = 1, \ldots (7).$$

$$\frac{a^2 - b^2}{a^2 - k^2} \cdot \frac{x_2^{\,2}}{a^2} + \frac{b^2 - c^2}{k^2 - c^2} \cdot \frac{z_2^{\,2}}{c^2} = 1, \ldots (8).$$

$$\frac{a^2 - b^2}{k^2 - b^2} \cdot \frac{y_2^{\,2}}{b^2} + \frac{a^2 - c^2}{k^2 - c^2} \cdot \frac{z_2^{\,2}}{c^2} = 1. \ldots (9).$$

De onbepaalde parameters h en k zijn, voor eene gegevene of bepaalde ellipsoïde, niet onderscheiden van de elliptische coördinaten der punten van de ellipsoïde; zij vervangen althans de parameters, die men meermalen *elliptische coördinaten* noemt, wanneer de vergelijkingen der ellipsoïde en der hyperboloïden niet bepaald zijn door de drie assen $2a$, $2b$, $2c$ enz., maar door de eerste assen $2a$, $2a_1$, $2a_2$ en door de excentriciteiten e en ϵ der ellipsoïde. Geeft men aan h en k willekeurige waarden (mits binnen de noodzakelijke grenzen van grootte), dan kent men de vergelijkingen (3)—(5) en (7)—(9) der projectiën van de overeenkomstige kromtelijnen. Stelt men vervolgens in die vergelijkingen de gelijknamige coördinaten aan elkander gelijk, en duidt men deze aan door x, y, z, dat is neemt men aan $x_1 = x_2 = x$, $y_1 = y_2 = y$, $z_1 = z_2 = z$, dan hebben de vergelijkingen alleenlijk betrekking tot hetgeen aan de gelijknamige projectiën der kromtelijnen gemeen is, derhalve tot hare punten van doorsnijding, en diensvolgens ook tot de doorsnijdingspunten der overeenkomstige kromtelijnen op de oppervlakte der ellipsoïde. Bij gevolg zal de oplossing van x^2, y^2, z^2 uit de paren van vergelijkingen (3), (7) en (4), (8) of (5), (9), de coördinaten van punten der ellipsoïde doen bekend worden

in functie van de elliptische coördinaten van die punten, en zij zullen behooren tot de *acht* doorsnijdingspunten der twee paren van kromtelijnen, die h en k tot parameters hebben. De oplossing zal geven:

$$\left.\begin{aligned} x^2 &= a^2 \cdot \frac{a^2 - h^2}{a^2 - c^2} \cdot \frac{a^2 - k^2}{a^2 - b^2}, \\ y^2 &= b^2 \cdot \frac{b^2 - h^2}{b^2 - c^2} \cdot \frac{k^2 - b^2}{a^2 - b^2}, \\ z^2 &= c^2 \cdot \frac{h^2 - c^2}{b^2 - c^2} \cdot \frac{k^2 - c^2}{a^2 - c^2}. \end{aligned}\right\} \ldots\ldots (10).$$

2. Na, door het voorgaande, aan eenige bekende waarheden en uitkomsten herinnerd te hebben, is het niet moeijelijk om te doen blijken, op welke andere wijze de kromtelijnen op de oppervlakte der ellipsoïde kunnen ontstaan.

Tot elke hyperboloïde, hetzij éénvlakkige, hetzij tweevlakkige, behoort een regt elliptisch kegelvlak, eene meetkundige plaats zijnde van de asymptoten der hyperbolen, volgens welke die hyperboloïden gesneden worden door platte vlakken, gaande hetzij door de as $2c_1$ van de eerstgenoemde, hetzij door de as $2a_2$ van de andere hyperboloïde. Van de beide vormen van hyperboloïden zijn deze kegelvlakken de *asymptotische kegelvlakken*. Diensvolgens behooren er twee groepen dergelijke kegelvlakken tot de twee groepen van hyperboloïden, die de ellipsoïde (1) volgens kromtelijnen snijden, en hunne vergelijkingen zijn begrepen in deze twee:

$$\frac{x^2}{a^2 - h^2} + \frac{y^2}{b^2 - h^2} - \frac{z^2}{h^2 - c^2} = 0, \ldots (11).$$

$$\frac{x^2}{a^2 - k^2} - \frac{y^2}{k^2 - b^2} - \frac{z^2}{k^2 - c^2} = 0. \ldots (12).$$

Laten deze twee groepen van kegelvlakken komen in de plaats van de groepen der hyperboloïden, tot welke zij behooren, en zij ook een bol, concentrisch met de ellipsoïde (1), en dan ook met de concentrische kegelvlakken (11) en (12). De middellijn van dezen bol kan gelijk aan eene der assen $2a$, $2b$, $2c$ van de ellipsoïde wezen, b. v. $= 2a$, zoodat dan

$$x^2 + y^2 + z^2 = a^2 \ldots\ldots\ldots (13).$$

zijne vergelijking is. De kegelvlakken zullen dezen bol snijden volgens *spherische ellipsen*. De projectiën dezer ellipsen op de coördinatenvlakken zullen zijn óf ellipsen, óf bogen van ellipsen óf hyperbolen. Op het coördinatenvlak xy b. v. zullen de projectiën der spherische ellipsen van de eerste groep mede ellipsen zijn, en die van de tweede groep hebben hyperbolen of bogen van hyperbolen tot projectiën, dewijl de vergelijkingen van deze projectiën bevonden worden begrepen te zijn in

$$\frac{a^2 - c^2}{a^2 - h^2} \cdot \frac{x^2}{a^2} + \frac{b^2 - c^2}{b^2 - h^2} \cdot \frac{y^2}{a^2} = 1, \ldots (14).$$

$$\frac{a^2 - c^2}{a^2 - k^2} \cdot \frac{x^2}{a^2} - \frac{b^2 - c^2}{k^2 - b^2} \cdot \frac{y^2}{a^2} = 1. \ldots (15).$$

Gelijk men weet worden die punten van concentrische cirkels of bollen, of van concentrische en eveneens geplaatste of eveneens gerigte ellipsen, hyperbolen, ellipsoïden, hyperboloïden, enz. genoemd *corresponderende punten*, welker gelijknamige coördinaten tot elkander in dezelfde reden zijn als die assen of halve assen der gelijkmiddelpuntige kromme lijnen of oppervlakken, langs welke zij worden gemeten, of aan welke zij evenwijdig loopen. Zijn derhalve x, y, z coördinaten van een punt der oppervlakte van den bol (13), welks halve assen zijn a, a, a, en x_1, y_1, z_1

coördinaten van een punt der oppervlakte van de ellipsoïde (1), die a, b, c tot halve assen heeft, dan zullen deze twee punten zijn *corresponderende punten*, indien $x : x_1 = a : a$, $y : y_1 = a : b$, $z : z_1 = a : c$ is. Bepaalt men, naar deze verhoudingen, de punten der oppervlakte van de ellipsoïde, welke zijn de corresponderende punten van die eener kromme lijn, op den bol gegeven, dan verkrijgt men op de ellipsoïde de punten eener kromme lijn, die, met betrekking tot de spherische lijn, de corresponderende kromme lijn zal wezen. Elke kromme op den bol heeft dienvolgens hare corresponderende kromme lijn op de ellipsoïde, en wederkeerig. Klaarblijkelijk zijn van zoodanige kromme lijnen de projectiën op een zelfde coördinatenvlak insgelijks corresponderende lijnen. Vervangt men derhalve, in de vergelijkingen (14) en (15), x met x_1, en y met $\frac{a}{b}y_1$, of $\frac{x}{a}$ met $\frac{x_1}{a}$ en $\frac{y}{a}$ met $\frac{y_1}{b}$, dan zullen de komende vergelijkingen zijn de vergelijkingen der projectiën op xy van die kromme lijnen op de ellipsoïde, welke zijn de corresponderende kromme lijnen van de bovengenoemde ellipsen op den bol. Die komende vergelijkingen zijn echter niet onderscheiden van de vergelijkingen (3) en (7). Eveneens zou men, uit de vergelijkingen der projectiën van de spherische ellipsen op de coördinatenvlakken xz en yz, verkrijgen de vergelijkingen (4) en (8), (5) en (9). En dewijl deze alle zijn de vergelijkingen der projectiën van de kromtelijnen der ellipsoïde, volgt hieruit, *dat de kromtelijnen op de oppervlakte der ellipsoïde zijn de corresponderende lijnen der op voormelde wijze geconstrueerde spherische ellipsen.*

Denkt men deze laatste gevormd of gegeven op den bol (13), dan kunnen, op de verklaarde wijze, de kromtelijnen op de ellipsoïde worden verkregen, en daarin bestaat de bedoelde andere wijze van wording dezer lijnen.

Van de ellipsoïde (1) is de bol (13), die de grootste as $2a$ tot middellijn heeft, de omgeschreven of uitwendig rakende bol. Men kan ook gebruik maken van den ingeschreven of inwendig aanrakenden bol, welks middellijn is de kleinste as $2c$, — of van den uitwendig en inwendig aanrakenden maar tevens snijdenden bol, die de middelbare as $2b$ tot middellijn heeft. In het algemeen komt men tot dezelfde uitkomsten met elken concentrischen bol, op welken de spherische ellipsen gedacht worden, mits, zoo r is de straal van dien bol, de corresponderende punten bepaald worden door de verhoudingen of evenredigheden $x:x_1 = r:a$; $y:y_1 = r:b$; $z:z_1 = r:c$. Wel zullen de overeenkomstige spherische ellipsen, op bollen van verschillende grootte, andere volstrekte afmetingen hebben, maar zij zullen altijd gelijkvormig zijn.

3. Men zou kunnen aanmerken, dat deze constructie, alhoewel gegrond op eene niet onbelangrijke, en welligt nog niet opgemerkte, verwantschap, echter als constructie achterstaat, — niet regtstreeksch is, — dewijl zij niet onmiddellijk de kromtelijnen in haar geheel vormt, zoo als dit bij de doorsnijding der ellipsoïde met confocale hyperboloïden het geval is. Gemakkelijk evenwel geeft zij het middel tot dergelijke vorming. Want stellende, in de plaats van de twee groepen asymptotische kegelvlakken, twee andere, concentrisch met deze, en van welke de kegelvlakken zijn de corresponderende van de asymptotische kegelvlakken, dan zullen deze andere kegelvlakken de ellipsoïde juist volgens hare kromtelijnen snijden. De vergelijkingen toch van deze corresponderende kegelvlakken heeft men uit (11) en (12), door x, y, z te vervangen met x_1, $\frac{a}{b}y_1$, $\frac{a}{c}z_1$, x_2, $\frac{a}{b}y_2$, $\frac{a}{c}z_2$, waardoor zij zullen zijn:

$$\frac{1}{a^2-h^2}\cdot\frac{x_1^2}{a^2}+\frac{1}{b^2-h^2}\cdot\frac{y_1^2}{b^2}-\frac{1}{h^2-c^2}\cdot\frac{z_1^2}{c^2}=0, \quad (16)$$

$$\frac{1}{a^2-k^2}\cdot\frac{x_2^2}{a^2}-\frac{1}{k^2-b^2}\cdot\frac{y_2^2}{b^2}-\frac{1}{k^2-c^2}\cdot\frac{z_2^2}{c^2}=0. \quad (17)$$

En wanneer men nu deze vergelijkingen verbindt met de vergelijking (1) der ellipsoïde, voor zoo ver aangaat de punten, welke aan de ellipsoïde en aan de kegelvlakken van deze twee groepen gemeen zijn, en daaruit bepaalt de vergelijkingen der projectiën van de kromme lijnen van doorsnijding, dan komen juist de vergelijkingen (3)—(5), (7)—(9), ten bewijze dat die doorsnijdingen werkelijk de kromtelijnen zijn.

Gelijk derhalve door middel van de hyperboloïden (2) en (6), worden ook eveneens, door middel van de kegelvlakken (16) en (17), de kromtelijnen regtstreeks verkregen of geconstrueerd. Het vormen dezer lijnen, door het construeren van corresponderende punten, vervalt, en ook de tusschenkomst van een bol en van de asymptotische kegelvlakken wordt onnoodig. Deze oppervlakken zijn als ware het vervangen door hunne corresponderende oppervlakken, namelijk de ellipsoïde zelve (corresponderend oppervlak van den bol) en de kegelvlakken (16) en (17). Deze laatste heeft men ook zonder op de asymptotische kegelvlakken te letten. Want stellende in (16) $z_1 = c$, en in (17) $x_2 = a$, dan komen er vergelijkingen van ellipsen, welke zijn de doorsnijdingen van de kegelvlakken (16) en (17) met de platte vlakken, die de ellipsoïde aanraken in een der toppen van de as $2c$ en in een der toppen van de as $2a$ der ellipsoïde. Denkt men, voor alle mogelijke waarden van h en k, alle die ellipsen in deze platte vlakken geconstrueerd, dan zijn daardoor ook de kegelvlakken (16) en (17) volkomen bepaald. En dewijl, zoowel de voorstelling als de constructie van die twee groepen ellipsen,

eenvoudiger en gemakkelijker zijn, dan die van de hyperboloïden (2) en (6), zou aan het gebruik der kegelvlakken (16) en (17), indien het op een eigenlijk construeren aankwam, inderdaad voorkeur kunnen toekomen.

Aangezien dan de doorsnijdingen van de ellipsoïde (1) met de hyperboloïden (2) en (6) niet onderscheiden zijn van die met de kegelvlakken (16) en (17), zullen ook de doorsnijdingen van de hyperboloïden met deze kegelvlakken kromtelijnen van de ellipsoïde zijn. Hieruit kan tot eene bijzondere wording van de ellipsoïde worden besloten. Want zoo men b. v. in de vergelijkingen (2) en (16) den parameter h, van $h = c$ tot $h = b$ onafgebroken of vloeijend laat veranderen, heeft men ook eene voorstelling van de groepen aaneengeschakeld opvolgende hyperbolen en kegelvlakken. De eveneens aaneengeschakeld opvolgende doorsnijdingen dezer oppervlakken vormen eene meetkundige plaats, en deze is geene andere dan het oppervlak der ellipsoïde.

4. Kent men èn aan h èn aan k eenige bepaalde waarde toe, dan zijn de vergelijkingen (14) en (15) de vergelijkingen der projectiën op het coördinatenvlak xy van twee ellipsen op den bol (13), de eerste tot de eerste groep, de tweede tot de tweede groep van ellipsen behoorende. Ligtelijk heeft men van deze zelfde ellipsen de vergelijkingen der projectiën op een der twee andere coördinatenvlakken, b. v. op het vlak xz. Zijn nu α_1, β_1, γ_1 de coördinaten van een gegeven punt der eerste spherische ellips, en eveneens α_2, β_2, γ_2 de coördinaten van een bepaald punt der tweede ellips, dan vindt men gemakkelijk de vergelijkingen van twee lijnen, die in deze punten de genoemde ellipsen zullen aanraken. Het is evenwel niet noodig deze vergelijkingen in haar geheel of volledig te bepalen. Het is voornamelijk te doen om hare volstrekte en hare betrekkelijke rigtingen te kennen. En dan is het

genoeg de vergelijkingen te hebben van twee lijnen, gaande door den oorsprong, en aan de gezegde of bedoelde raaklijnen evenwijdig loopende.

De vergelijkingen der projectiën van de evenwijdige aan de raaklijn tot de eerste ellips in het punt $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ zullen bevonden worden te zijn

$$y_1 = -\frac{(a^2-c^2)(b^2-h^2)}{(b^2-c^2)(a^2-h^2)} \cdot \frac{\alpha_1}{\beta_1} \cdot x_1 ; \quad z_1 = -\frac{(a^2-b^2)(h^2-c^2)}{(b^2-c^2)(a^2-h^2)} \cdot \frac{\alpha_1}{\gamma_1} \cdot x_1 \quad (18).$$

Desgelijks de vergelijkingen der projectiën van de evenwijdige aan de lijn, rakende de tweede ellips in het punt $(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$,

$$y_2 = +\frac{(a^2-c^2)(k^2-b^2)}{(b^2-c^2)(a^2-k^2)} \cdot \frac{\alpha_2}{\beta_2} \cdot x_2 ; \quad z_2 = -\frac{(a^2-b^2)(k^2-c^2)}{(b^2-c^2)(a^2-k^2)} \cdot \frac{\alpha_2}{\gamma_2} \cdot x_2 \quad (19).$$

Zijn, voor dezelfde waarden van h en k, α'_1, β'_1, γ'_1 de coördinaten van een punt der ellipsoïde, behoorende tot eene kromtelijn van de eerste groep of van het eerste stelsel, — en α'_2, β'_2, γ'_2 de coördinaten van een punt eener kromtelijn van het tweede stelsel, dan zal men, door middel der vergelijkingen (3)—(5), (7)—(9), vinden, dat

$$y'_1 = -\frac{(a^2-c^2)(b^2-h^2)}{(b^2-c^2)(a^2-h^2)} \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{\alpha'_1}{\beta'_1} \cdot x'_1 ,$$

$$z'_1 = -\frac{(a^2-b^2)(h^2-c^2)}{(b^2-c^2)(a^2-h^2)} \cdot \frac{c^2}{a^2} \cdot \frac{\alpha'_1}{\gamma'_1} \cdot x'_1 ; \quad (20).$$

$$y'_2 = +\frac{(a^2-c^2)(k^2-b^2)}{(b^2-c^2)(a^2-k^2)} \cdot \frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{\alpha'_2}{\beta'_2} \cdot x'_2 ,$$

$$z'_2 = -\frac{(a^2-b^2)(k^2-c^2)}{(b^2-c^2)(a^2-k^2)} \cdot \frac{c^2}{a^2} \cdot \frac{\alpha'_2}{\gamma'_2} \cdot x'_2 , \quad (21).$$

zijn de vergelijkingen van twee lijnen, gaande door den oorsprong der coördinaten, en evenwijdig loopende aan de

lijnen, die de beide gedachte kromtelijnen in de genoemde punten aanraken.

Is het punt (α'_1, β'_1, γ'_1) der kromtelijn het corresponderend punt van het punt (α_1, β_1, γ_1) der eerste van de boven gedachte spherische ellipsen, dan zal $\alpha_1 = \frac{a}{a}\alpha'_1$, $\beta_1 = \frac{a}{b}\beta'_1$, $\gamma_1 = \frac{a}{c}\gamma'_1$ zijn. Substitueert men dit in de twee vergelijkingen (18), en stelt men ook in plaats van x_1, y_1, z_1 de corresponderende coördinaten $\frac{a}{a}x'_1$, $\frac{a}{b}y_1$, $\frac{a}{c}z'_1$, dan gaan deze vergelijkingen over in de vergelijkingen (20). Door het overeenkomstige op de vergelijkingen (19) toe te passen, verkrijgt men de vergelijkingen (21). Waaruit volgt, *dat de lijn, corresponderende met eene raaklijn eener spherische ellips, raaklijn zal wezen van de corresponderende kromtelijn, en wel van of voor het punt dezer kromtelijn, hetwelk is het corresponderend punt van het raakpunt der ellips.* Korter, *voor twee corresponderende punten én van eenige spherische ellips, én van de corresponderende kromtelijn, zijn de raaklijnen tot deze kromme lijnen ingelijks corresponderende lijnen.*

Voor zoo ver regte lijnen, en desgelijks enkele punten (met andere niet zamenhangende), behooren tot figuren of voorstellingen, waarin men assen kan opmerken, hebben zij ook corresponderende lijnen en corresponderende punten, naar de bepaling, die in art. 2 van corresponderende punten en van corresponderende figuren gegeven is. Wordt evenwel eenige lijn, of eenige meetkundige voorstelling, tot welke geene assen van figuur behooren, op zich zelve beschouwd, dan moet de definitie van corresponderende punten, lijnen enz., algemeener zijn. Punten zullen dan corresponderend zijn, indien de gelijknamige of eveneens gerigte coördinaten doorgaand eene zelfde reden tot elkander hebben, en deze re-

den is, in het algemeen, eene andere voor coördinaten van verschillende rigting. Om misverstand in het begrip van corresponderende lijnen voor te komen, werd deze aanmerking hier niet overbodig geacht.

Worden de coëfficienten van x_1, in de vergelijkingen (18), aangeduid door A en B, — en vervangt men, in de vergelijkingen (20), α'_1 met α_1, β'_1 met $\frac{b}{a}\beta_1$, γ'_1 met $\frac{c}{a}\gamma_1$, dan gaan die vergelijkingen over in

$$y_1 = -Ax_1,\; z_1 = -Bx_1,$$
$$y'_1 = -\frac{b}{a}\cdot Ax_1,\; z'_1 = -\frac{c}{a}Bx'_1.$$

Zij zijn nu de vergelijkingen der rigtingen van twee corresponderende raaklijnen, en door haren meer beknopten vorm ziet men gereedelijk in, dat de goniometrische tangenten der hoeken, die de projectiën van corresponderende raaklijnen, op een zelfde coördinatenvlak, met eene zelfde coördinaten-as maken, tot elkander in dezelfde reden zijn als de ordinaten van in dat coördinatenvlak corresponderende punten, b. v. van de projectiën der raakpunten. — Men zou deze tangenten *corresponderende tangenten* kunnen noemen. Hetgeen hier door de vergelijkingen (18) en (20) is besloten, zou ook door (19) en (21) hebben kunnen blijken.

Het corresponderend zijn der raaklijnen voor twee corresponderende punten eener spherische ellips en der overeenkomstige kromtelijn, had ook meer onmiddellijk kunnen opgemerkt worden, uit de eenvoudige beschouwing van twee corresponderende differentiaal-elementen dier kromme lijnen. Alleenlijk werd van de vergelijkingen (18)—(21) gebruik gemaakt, dewijl zij, voor een ander punt van onderzoek noodig zijnde, toch moesten gesteld worden.

Uit het kenmerk, ter algemeene bepaling van kromtelijnen aangenomen, wordt afgeleid, dat door elk punt van een gebogen oppervlak twee kromtelijnen gaan of kunnen geconstrueerd worden, en dat de rigtingen dezer lijnen in het gedachte punt loodregt op elkander zullen zijn. Er zijn nogtans twee uitzonderingen. Vooreerst indien het gebogen oppervlak is het oppervlak van een bol, een bolvormig oppervlak. Ten andere, indien het oppervlak punten heeft, die men umbilici noemt. Want alle lijnen, op een bolvormig oppervlak getrokken, zijn kromtelijnen van dit oppervlak, zoodat er door een zelfde punt geene twee maar oneindig vele kunnen gaan, en daarom ook oneindig vele loodregt op elkander gerigte paren. En ofschoon alle lijnen, op eenig gebogen oppervlak door een umbilicus getrokken, geene kromtelijnen zijn, kunnen er toch, door zoodanig punt, in alle rigtingen kromtelijnen gaan, derhalve ook oneindig vele paren van loodregt op elkander gerigte kromtelijnen. Het kan althans in dezen zin begrepen worden, maar op deze tweede uitzondering, omtrent welke verschil in meening bestaat, behoeft hier niet gelet te worden.

Op de ellipsoïde zijn de paren van kromtelijnen, tot elk punt (de vier umbilici uitzonderende) behoorende, loodregt op elkander gerigt. De eene dezer lijnen is eene lijn van het eerste, de andere eene lijn van het tweede stelsel van kromtelijnen. Gevolgelijk worden alle de kromtelijnen van het eene stelsel regthoekig gesneden door alle de lijnen van het tweede stelsel. Deze stelling, als gevolg der algemeene theorie, eischt hier geen bewijs, doch het zou uit de vergelijkingen (20) en (21) kunnen gegeven worden.

Alhoewel het regthoekig op elkander gerigt zijn van twee kromtelijnen, door eenig punt van een spherisch vlak op dit vlak getrokken, geene noodzakelijkheid is, kunnen nogtans vrom en wijze van wording van sphe-

rische lijnen, die elkander snijden, zoodanige zijn, dat hare rigtingen in de punten van doorsnijding noodwendig loodregt zijn. En dit noodzakelijke bestaat voor de spherische ellipsen, die de kromtelijnen der ellipsoïde tot corresponderende lijnen hebben. Want zoo twee spherische ellipsen, de eene tot de eene groep, de tweede tot de andere groep van spherische ellipsen behoorende, elkander regthoekig snijden, moeten ook de rigtingen der twee regte lijnen, door welke zij in eenig der doorsnijdingspunten geraakt worden, regthoekig zijn, en dit moet dan door de vergelijkingen (18) en (19) blijken, indien beide deze paren van vergelijkingen tot een zelfde punt van de beide spherische lijnen, dat is tot een punt, aan beide gemeen, betrekking hebben. Laten α β, γ de coördinaten van dit gemeenschappelijk punt, — een doorsnijdingspunt, — wezen, dan moeten in (18) en (19) $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, $\beta_1 = \beta_2 = \beta$, $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$ gesteld worden. Daarna moet bevonden worden, dat de éénheid, opgeteld bij de producten der coëfficienten van x_1 en x_2 in de overeenkomstige vergelijkingen (18) en (19), eene som geeft = *nul*. Derhalve moet men hebben:

$$0 = 1 - \frac{(a^2-c^2)^2\,(b^2-h^2)\,(k^2-b^2)}{(b^2-c^2)^2\,(a^2-h^2)\,(a^2-h^2)}\cdot\frac{\alpha^2}{\beta^2}$$
$$+\frac{(a^2-b^2)^2\,(h^2-c^2)(k^2-c^2)}{(b^2-c^2)^2\,(a^2-h^2)(a^2-k^2)}\cdot\frac{\alpha^2}{\gamma^2}.$$

Maar α^2, β^2, γ^2 hangen zamen door de vergelijkingen der projectiën van de spherische ellipsen op twee der drie coördinatenvlakken. of door de twee vergelijkingen van de projectiën op één der coördinatenvlakken, — b. v. door de vergelijkingen (14) en (15), — en door de vergelijking (13) van den bol. Vervangt men derhalve, in deze vergelijkingen, x^2, y^2, z^2 met α^2, β^2, γ^2, en lost men deze laatste op, dan verkrijgt men voor α^2, β^2, γ^2 uitdrukkin-

gen van waarde of grootte, die men ook heeft door de tweede leden van de vergelijkingen (10), indien de eerste of op zich zelve staande factoren a^2, b^2, c^2, verwisseld worden met a^2, a^2, a^2. Diensvolgens

$$\frac{\alpha^2}{\beta^2}=\frac{(b^2-c^2)(a^2-h^2)(a^2-k^2)}{(a^2-c^2)(b^2-h^2)(k^2-b^2)};\ \frac{\alpha^2}{\gamma^2}=\frac{(b^2-c^2)(a^2-h^2)(a^2-k^2)}{(a^2-b^2)(h^2-c^2)(k^2-c^2)}.$$

Deze verhoudingen in het tweede lid der voorgaande vergelijking substituerende, komt

$$1-\frac{a^2-c^2}{b^2-c^2}+\frac{a^2-b^2}{b^2-c^2}=\frac{(b^2-c^2)-(a^2-c^2)+(a^2-b^2)}{(b^2-c^2)}=\frac{0}{b^2-c^2}=nul.$$

De onderling regthoekige doorsnijding, zoowel der spherische ellipsen van de twee groepen ellipsen, als van de kromtelijnen der beide stelsels kromtelijnen, is derhalve een nieuw punt van overeenkomst of van verwantschap dezer kromme lijnen, zoodat men kan stellen, dat de kromtelijnen op de ellipsoïde zijn hetgeen de met haar verwante spherische ellipsen zijn op den bol. Die kromtelijnen zouden daarom ook genoemd kunnen worden *ellipsoïdische ellipsen.*

5. Onder de rakende vlakken van de spherische ellipsen en der kromtelijnen, — en dan voor zoover zij betrekking hebben tot corresponderende punten, — zijn er twee als voorname op te merken. *Vooreerst* die, welke tevens zijn raakvlakken van den bol en van de ellipsoïde. In elk dezer vlakken ligt *één* element van de overeenkomstige kromme lijn, en men zal bevinden dat beide altijd zijn corresponderend, dat is, een vlak, rakende den bol in eenig punt eener spherische ellips, zal tot corresponderend vlak hebben dat, hetwelk de ellipsoïde aanraakt in het corresponderend punt der overeenkomstige kromtelijn. Uit de vergelijkingen van den bol en der ellipsoïde heeft men onmid-

dellijk die der rakende vlakken voor twee onbepaalde punten. Laat men het punt, dat tot het spherisch vlak behoort, onbepaald, maar stelt men het tweede te zijn het corresponderend punt van de oppervlakte der ellipsoïde, dan blijkt het uitgedrukte terstond. *Ten tweede*, die raakvlakken, welke met de beide kromme lijnen, — dat is het eene raakvlak met de eene, het ander met de corresponderende kromme lijn, — *twee* elementen gemeen hebben, of liever door drie oneindig digt op elkander volgende punten der kromme lijnen gaan. Deze aanrakende vlakken zijn de kromtevlakken der corresponderende punten van de spherische ellipsen en der kromtelijnen. Maar zij zijn geene corresponderende vlakken, en zoo lang de lijnen op den bol zijn eigenlijke ellipsen en geene groote cirkels, kunnen zij niet corresponderend wezen. Zonder eenigerhande berekening blijkt de waarheid hiervan, door op te merken, dat de kromtevlakken der spherische ellipsen door het middelpunt van den bol gaan (zij zijn ook niet onderscheiden van de raakvlakken der asymptotische kegelvlakken). Alle corresponderende vlakken moeten dan insgelijks door dit middelpunt gaan, dewijl het tevens is middelpunt van de ellipsoïde en oorsprong der coördinaten. Maar de kromtevlakken der kromtelijnen op de ellipsoïde gaan *niet* door haar middelpunt; bij gevolg kunnen zij van de kromtevlakken der spherische ellipsen geene corresponderende vlakken zijn.

Met de normalen van de ellipsen en der kromtelijnen is het eveneens gelegen. Noch die normalen, welke tevens zijn normalen van den bol en normalen van de ellipsoïde, noch de voorname normalen, in de kromtevlakken der kromme lijnen gelegen, kunnen, om dezelfde zoo even aangevoerde reden, corresponderende normalen zijn. Niettemin bestaat er tusschen de rigtingen der eerstgenoemde normalen, zoo de normaalpunten zijn corresponderende

punten, eenig verband, dat tot corresponderend zijn betrekking heeft. Zijn namelijk α, β, γ, coördinaten van een punt der oppervlakte van den bol, derhalve ook van een punt eener spherische ellips, dan zijn

$$y = \frac{\beta}{\alpha} x \, , \; z = \frac{\gamma}{\alpha} x \, ,$$

de vergelijkingen der normaal voor dit punt, zoowel van de voorname normaal of hoofdnormaal der spherische ellips, als van die, welke, normaal van de kromme zijnde, tevens normaal van den bol is, en hier moet zij uitsluitend in dezen laatsten zin gedacht worden. Eene lijn, door den oorsprong der coördinaten gaande, en evenwijdig zijnde aan eenige normaal van de ellipsoïde, zal met deze eene gelijke rigting hebben, en indien α_1, β_1, γ_1 de coördinaten zijn van het normaalpunt op de ellipsoïde, zullen de vergelijkingen van genoemde parallele lijn (nu ook eene normaal van den bol) wezen

$$y_1 = \frac{a^2}{b^2} \cdot \frac{\beta_1}{\alpha_1} x_1 \, , \; z_1 = \frac{a^2}{c^2} \cdot \frac{\gamma_1}{\alpha_1} x \, . \; . \; . \; . \; . \; (22).$$

Zijn (α, β, γ), $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ corresponderende punten, dan is $\alpha_1 = \alpha$, $\beta_1 = \frac{b}{a} \beta$, $\gamma_1 = \frac{c}{a} \gamma$, zoodat deze vergelijkingen aldus kunnen gesteld worden:

$$y_1 = \frac{a}{b} \cdot \frac{\beta}{\alpha} x_1 \, , \; z_1 = \frac{a}{c} \cdot \frac{\gamma}{\alpha} x_1 \, . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (23).$$

Vergelijkt men ze nu met de vergelijkingen van de normalen der spherische ellips, en let men tevens op hetgeen in art. 4 is besloten ten aanzien van de rigtingen van corresponderende raaklijnen, dan blijkt, dat de rigtingen van normalen. tot corresponderende punten van den bol

en van de ellipsoïde behoorende, zoodanige zijn, dat de *goniometrische tangenten* der hoeken, die hare projectiën op een zelfde coördinaten-vlak met eene zelfde coördinaten-as maken, zijn *omgekeerd corresponderend*, derhalve zijn de *cotangenten* van die hoeken *corresponderende cotangenten*.

Denkende door alle punten van eenige kromtelijn lijnen, die normaal zijn op de ellipsoïde, vervolgens ook lijnen door den oorsprong, evenwijdig aan deze normale lijnen, dan wordt er een elliptisch kegelvlak gevormd, dat van het asymptotisch kegelvlak het *omgekeerd corresponderend* kegelvlak zal zijn. Hiertoe kan besloten worden uit hetgeen zoo pas ten aanzien van de rigtingen der normalen werd opgemerkt, maar het afleiden uit de vergelijkingen geeft helderder inzigt. De vergelijkingen (22) zijn die eener beschrijvende lijn van dit kegelvlak. De vergelijking van dit laatste moet onafhankelijk zijn van de coördinaten α_1, β_1, γ_1, en deze moeten ook voldoen aan twee der vergelijkingen (3)—(5), b. v. aan (3) en (4). Vervangende dan in (3) en (4), x_1, y_1, z_1, met α_1, β_1, γ_1, en eliminerende deze coördinaten uit (3), (4) en (22), dan moet de vergelijking van het kegelvlak der rigtingen van de genoemde normalen eener kromtelijn komen. Men verkrijgt haar ook door de eliminatie van α, β, γ uit (23) en uit de vergelijkingen van twee projectiën eener spherische lijn (hoedanige (14) ééne is), nadat in deze twee vergelijkingen α, β, γ, voor x, y, z gesubstitueerd zijn. De begeerde vergelijking zal wezen:

$$\frac{a^2}{a^2-h^2}\,x^2+\frac{b^2}{b^2-h^2}\,y^2-\frac{c^2}{h^2-c^2}\,z^2=0\,.\,.\,(24).$$

Beschouwt men dit kegelvlak als een oorspronkelijk of gegeven kegelvlak, of als een kegelvlak, dat betrekking heeft tot den meergenoemden bol, en bepaalt men het kegel-

vlak, dat er het corresponderend van is, dan moet in (24) gesubstitueerd worden x' voor x, $\frac{a}{b}\,y'$ voor y en $\frac{a}{c}\,z'$ voor z. Door deze substitutie komt (niet op de accenten lettende) juist de vergelijking (11) van een der asymptotische kegelvlakken, en eveneens komt de vergelijking (12) van het ander asymptotisch kegelvlak, als men uitgaat van het beschouwen der rigtingen van de normalen eener kromtelijn van de andere groep der kromtelijnen van de ellipsoïde.

De asymptotische kegelvlakken zijn derhalve de corresponderende van die der rigtingen van de normalen der kromtelijnen en tevens der ellipsoïde; of deze laatstgenoemde kegelvlakken zouden gehouden kunnen worden te zijn de *omgekeerd corresponderende* kegelvlakken van de asymptotische. Ofschoon dan die normalen der kromtelijnen, welke tevens normalen zijn der ellipsoïde, niet zijn de corresponderende van de normalen des bols, behoorende tot corresponderende punten van de overeenkomstige spherische ellipsen, bestaat er niettemin tusschen de rigtingen dezer normalen dit verband, dat, als de normalen der kromtelijnen evenwijdiglijk in den oorsprong der coördinaten verplaatst gedacht worden, de met of van haar corresponderende normalen zullen zijn die van den bol, gaande door de corresponderende punten van de overeenkomstige spherische ellipsen.

Het kegelvlak (24) heeft tot corresponderend kegelvlak een asymptotisch kegelvlak, en van dit is het kegelvlak (16) het corresponderend kegelvlak. Deze drie kegelvlakken, of groepen van kegelvlakken, omvatten elkander, invoege dat het eerstgenoemde (24) is de kern, omvat wordende door het asymptotisch kegelvlak, en dit wederom door zijn corresponderend kegelvlak (16). Men zou zoo kunnen voortgaan in het bepalen der corresponderende ke-

gelvlakken van de verkregene, die insgelijks van voorgaande kegelvlakken de corresponderende waren. Naar de in art. 2 aangenomene verhoudingen, worden, bij gelijke abscissen, de ordinaten van corresponderende punten kleiner en kleiner, als men eene reeks van punten bepaalt, van welke de volgende telkens zijn de corresponderende der voorgaande (hunne ordinaten geven derhalve eene meetkundige voorstelling van de termen eener afdalende meetkundige reeks) Daarom worden ook van opvolgende corresponderende kegelvlakken, — die concentrisch zijn, en de ordinaten-as z tot gemeenschappelijke gelijknamige hoofdas hebben, — de ordinaten y en z der corresponderende punten kleiner en kleiner. Daarom maken de corresponderende beschrijvende lijnen kleinere en kleinere hoeken met het vlak xy. Daarom worden de kegelvlakken zelve meer en meer uitgespreid; de volgende omvatten in dezen zin de voorgaande, en naderen meer en meer tot het platte vlak.

6 Van eene spherische ellips zijn de assen en de middellijnen bogen van groote cirkels van den bol. Laten a en b de halve assen zijn. Is de straal van den bol gelijk aan de éénheid, dan zijn *sin.* a en *sin.* b de projectiën dezer halve assen op het coördinatenvlak xy. Heeft de bol een radius a, dan zullen a. *sin.* a en a. *sin.* b de grootten dezer projectiën wezen. Maar deze zelfde projectiën zijn ook de halve assen der ellipsen (14); weshalve

$$a^2 . \sin.^2 \mathrm{a} = a^2 \frac{a^2-h^2}{a^2-c^2} \; ; \; a^2 . \sin.^2 \mathrm{b} = a^2 \frac{b^2-h^2}{b^2-c^2} \, .$$

Hieruit $$\cos.^2 \mathrm{a} = \frac{h^2-c^2}{a^2-c^2} \; ; \; \cos.^2 \mathrm{b} = \frac{h^2-c^2}{b^2-c^2} \, .$$

Spherische ellipsen hebben, even zoo als vlakke ellipsen, twee brandpunten, op de spherische groote assen gelegen

De spherische afstanden dezer punten tot de toppen van de kleine spherische as 2b, zijn altijd gelijk aan de spherische halve as a, mede overeenkomstig de bekende eigenschap van vlakke ellipsen. Eveneens is de som van twee, naar een zelfde punt des elliptischen omtreks gerigte, focale spherische voerstralen, bestendiglijk gelijk aan een boog 2a, dat is gelijk aan de spherische groote as (zie b. v., voor de afleiding of het bewijs dezer waarheden, GUDERMANN, *Grundriss der analytischen Sphärik*. Köln, 1830). Zijn van eene vlakke ellips a, b, e de halve assen en de excentriciteit, dan is de regtlijnige driehoek, met de lijnen a, b, e geconstrueerd, regthoekig, en men heeft $a^2 = b^2 + e^2$. Zijn a, b, e de spherische halve assen en de spherische excentriciteit eener spherische ellips, dan is de spherische driehoek, met de bogen a, b, e geconstrueerd, mede regthoekig, en men heeft, voor den radius $= 1$, $\cos.\, \mathrm{a} = \cos.\, \mathrm{b} \,.\, \cos.\, \mathrm{e}$. Derhalve

$$\cos.^2 \mathrm{e} = \cos.^2 \mathrm{a} : \cos.^2 \mathrm{b};$$

dat is (zie boven)

$$\cos.^2 \mathrm{e} = \frac{b^2 - c^2}{a^2 - c^2},$$

en

$$a^2 . \cos.^2 \mathrm{e} = a^2 . \frac{b^2 - c^2}{a^2 - c^2} .$$

De afmetingen der hier gedachte spherische ellipsen, tot de eerste der twee groepen ellipsen behoorende, hangen af van den parameter h, en de excentriciteit e blijkt onafhankelijk te zijn van h. Daarom hebben alle de ellipsen van deze groep eene zelfde excentriciteit; daarom zijn zij *confocaal*. Eveneens komt, voor de excentriciteit e′ eener ellips van de tweede groep,

$$a^2 . \cos.^2 \mathrm{e}' = a^2 \cdot \frac{a^2 - b^2}{a^2 - c^2} ;$$

derhalve onafhankelijk van den parameter *k*, door welken de spherische ellipsen der tweede groep van elkander in grootte verschillen, zoodat ook alle de ellipsen van deze tweede groep *confocaal* zijn.

De ellipsen van de eerste groep worden door het coördinatenvlak $x\,y$ in twee halve groepen gescheiden. De ellipsen van het eene halve aantal hebben twee brandpunten gemeen, en die van de andere helft hebben twee andere brandpunten gemeen; beide paren brandpunten hebben, op het vlak $x\,y$, een zelfde paar punten tot projectie. Derhalve zijn er *vier* brandpunten voor de ellipsen der eerste groep. Desgelijks *vier* brandpunten voor de ellipsen der tweede groep. Maar dit tweede viertal is niet onderscheiden van het eerste. De spherische afstand toch van het middelpunt der ellipsen, die tot de eene helft van de eerste groep behooren, tot het middelpunt der ellipsen van de eene helft der tweede groep, is een quadrant. En de gevondene uitdrukkingen voor *cos.* e en *cos.* e' zullen geven *cos.* (e + e') = 0, zoodat ook de som der excentriciteiten aan een quadrant gelijk is. Een der brandpunten, met of door e bepaald, zal derhalve moeten zamenvallen met een der brandpunten, dat door e' gevonden wordt. Alle de ellipsen der twee groepen zijn diensvolgens regelmatig en symmetrisch om de vier of ten opzigte van de vier brandpunten gelegen, en kruisen elkander, bij deze ligging, regthoekig.

Met de kromtelijnen der ellipsoïde is het even zoo. Zij liggen alle om en zij kruisen elkander regthoekig om vier merkwaardige punten, in den omtrek der hoofdsnijding $(a\,c)$, op gelijke afstanden van de toppen der as $2\,a$ of van die der as $2\,c$ gelegen. Zij zijn de *umbilici* der ellipsoïde. Ten opzigte van deze, als waren zij brandpunten, zijn alle de kromtelijnen der ellipsoïde, op de helften, waarin zij wordt gedeeld door de hoofdsnijdingen (ab)

en (*bc*), *confocale* kromme lijnen. Zoo dit uit de theorie der kromtelijnen op de ellipsoïde, afgescheiden van hare verwantschap met spherische ellipsen, niet bekend ware, zou men het door het voorgaande kunnen leeren. Want de spherische brandpunten, op den bol gelegen, en wel op den omtrek des grooten cirkels in het coördinatenvlak xz, moeten noodwendiglijk corresponderende punten op den omtrek der ellips (ac) hebben. De coördinaten der spherische brandpunten zijn

$$\pm x' = \pm a \,.\, \sin.\, e = \pm a \sqrt{\frac{a^2-b^2}{a^2-c^2}},$$

en, voor elke dezer abscissen,

$$\pm z' = \pm a \,.\, \cos.\, e = \pm a \sqrt{\frac{b^2-c^2}{a^2-c^2}}.$$

Daarom zijn de coördinaten van de corresponderende punten

$$\pm x = \pm x' = \pm a \sqrt{\frac{a^2-b^2}{a^2-c^2}}\,;\ \pm z = \pm \frac{c}{a} z' = \pm c \sqrt{\frac{b^2-c^2}{a^2-c^2}}.$$

Nu is het door de vergelijkingen (8) en (9) klaar, dat, als de parameter h tot zijne grootste limiet b, en de parameter k tot zijne kleinste limiet b naderen, diezelfde vergelijkingen (8) en (9) zullen zijn de vergelijkingen der projectiën op de vlakken xy en yz van die kromtelijnen van het eerste en van het tweede stelsel kromtelijnen, welker halve grootste elliptische assen eene kleinste grootte hebben. De limieten der projectiën dezer halve assen zijn, blijkens genoemde vergelijkingen,

$$\pm a \sqrt{\frac{a^2-b^2}{a^2-c^2}} \text{ en } \pm c \sqrt{\frac{b^2-c^2}{a^2-c^2}},$$

zijnde juist de pas gevondene uitdrukkingen voor x en z. En daar de projectiën wel tot deze limieten meer en meer

kunnen naderen, maar nimmer er aan gelijk worden, dat is altijd boven deze grenswaarden van grootte zullen zijn, zullen ook de kromtelijnen nimmer door de gevondene corresponderende punten kunnen gaan. Zij gaan er buiten om, en zijn er meer en meer van verwijderd, naarmate h minder van c en k minder van a zal verschillen. Hieruit blijkt dan, dat die corresponderende punten voor de kromtelijnen zijn, wat de spherische brandpunten zijn voor de spherische ellipsen. Dat overigens deze corresponderende punten zijn de *umbilici* der ellipsoïde, blijkt door de uitdrukkingen, voor hunne coördinaten x en z verkregen, want zij zijn de bekende uitdrukkingen voor de coördinaten der umbilici.

7. In art. 4 hiervoren zijn de kromtelijnen genoemd *ellipsoïdische ellipsen.* Naar aanleiding van hare zoo even aangetoonde andere of naauwere verwantschap met spherische ellipsen, zou men ze nog meer bepaald kunnen heeten *confocale ellipsoïdische ellipsen.* En deze benaming zou ook zeer wel voegen, op grond van een ander punt van overeenkomst met spherische ellipsen, dat is op grond van eene andere analogie.

De eigenschap namelijk, in het begin van art. 6 genoemd, dat in elke spherische ellips, de som van twee, naar een zelfde punt des omtreks getrokken, focale spherische voerstralen, is eene standvastige som, in grootte gelijk aan die van de spherische groote as der ellips, komt ook toe aan elke kromtelijn der ellipsoïde. Maar de focale voerstralen zijn dan umbilicale voerstralen, en deze zijn geodetische of kortste lijnen op de ellipsoïde. De som nu van twee geodetische lijnen, uit eenig punt eener kromtelijn tot de beide umbilici van deze kromtelijn getrokken, is of geeft eene uitgestrektheid, eene lengte, onveranderlijk gelijk aan die des elliptischen boogs van de hoofddoorsnede $(a\,c)$ der ellipsoïde, begrepen tusschen hare snijpunten met de kromte-

lijn, derhalve gelijk aan de ellipsoïdische groote as der kromtelijn (zie, onder andere, het academisch proefschrift van Dr. P. VAN GEER, „*de geodetische lijnen op de ellipsoïde.*" Leiden, 1862). Gelijk derhalve spherische ellipsen werktuigelijk kunnen worden beschreven, zoo als vlakke ellipsen, door middel eener onrekbare koord zonder einde, geslagen om twee in de brandpunten gehechte zeer dunne stiften, zouden ook eveneens de kromtelijnen op de ellipsoïde, door dergelijke mechanische constructie, kunnen worden afgeteekend. Maar ofschoon hier de analogie volkomen is, bestaat zij geheel onafhankelijk van het corresponderend zijn van lijnen. De opmerking van of het onderzoek aangaande corresponderend zijn, heeft er hoegenaamd geen aandeel in. Wel is waar, men zou kunnen vermeenen, dat de umbilicale voerstralen op de ellipsoïde konden wezen de corresponderende lijnen van de focale voerstralen op den bol, indien namelijk beide gerigt of getrokken gedacht worden naar corresponderende punten van eene kromtelijn en van de overeenkomstige spherische ellips. Maar dit is, op een paar uitzonderingen na, nimmer het geval. De umbilicale voerstralen zijn kortste of geodetische lijnen op de ellipsoïde. De focale voerstralen zijn het eveneens op den bol. En hierin alleen is de grond der genoemde analogie. De focale voerstralen zijn bogen van groote cirkels van den bol; zij zijn vlakke kromme lijnen. Het vlak van zoodanigen straal gaat door een punt van eene spherische ellips, door een der brandpunten van deze ellips, en door het centrum van den bol. Het corresponderend vlak zal gaan door het centrum der ellipsoïde, door het corresponderend punt der kromtelijn en door het umbilicus, dat van genoemd of gedacht brandpunt het corresponderend punt is. Dit vlak zal de ellipsoïde volgens eene ellips snijden, en de umbilicale voerstraal zou zijn een boog van deze ellips. Met andere woorden, gelijk de focale voerstraal op den bol

is eene vlakke kromme lijn, zal ook de corresponderende straal op de ellipsoïde een boog eener vlakke kromme lijn wezen. Hij zou derhalve niet wezen, hetgeen hij behoort te wezen, dat is geene kortste lijn. Want alleenlijk de twee umbilicale voerstralen der toppen van de groote as eener kromtelijn zijn bogen van eene ellips, bogen van eene vlakke kromme lijn; alle de overige zijn bogen van niet vlakke kromme lijnen. Overigens zou het ook door berekening kunnen blijken, dat de corresponderende lijn van een focalen voerstraal niet is een eigenlijke umbilicale voerstraal. Want, uit de vergelijking van eene der projectiën van een focalen voerstraal, heeft men onmiddellijk de vergelijking der corresponderende projectie van den corresponderenden straal op de ellipsoïde. Ware deze een eigenlijke umbilicale voerstraal, eene geodetische lijn op de ellipsoïde, dan zou de laatstgenoemde vergelijking, in verband met de vergelijking der ellipsoïde, moeten voldoen aan de bekende algemeene eerste differentiaal-vergelijking der geodetische lijnen op de ellipsoïde; maar aan deze voldoet zij geenszins.

Uit het confocaal zijn van spherische ellipsen kunnen nog andere eigenschappen van de focale voerstralen worden afgeleid, die ook, op overeenkomstige wijze, voor de umbilicale voerstralen der kromtelijnen op de ellipsoïde gelden. Op eene enkele zoodanige zal hier nog, tot besluit dezer beschouwingen, de aandacht gevestigd worden.

De vier brandpunten der confocale spherische ellipsen, die de doorsnijdingen zijn van den bol (13) met de beide groepen van asymptotische kegelvlakken (11), (12), zijn op den omtrek van den grooten cirkel, volgens welken de bol wordt gesneden door het coördinaten-vlak xz. De assen x en z deelen dezen cirkelomtrek in vier quadranten; op elk quadrant is een dier brandpunten. Laten drie dezer punten aangeduid en onderscheiden worden door de letters F', F, F'', en wel in deze orde: F' zij het brandpunt, ge-

legen op den kwart-cirkel boven de as x en ter linkerzijde van de as z, zoodat de coördinaten van dit punt zouden wezen $-x'$ en $+z'$. Het brandpunt F, regts op F' volgende, zij op het quadrant boven de as x en ter regterzijde van de as z; de coördinaten zouden zijn $+x'$ en $+z'$. En, in dezelfde rigting vervolgende, ligge F'' in het gedeelte van den omtrek, beneden de as x en aan de regterzijde van de as z, waarbij dan dit punt $+x'$ en $-z'$ tot coördinaten zou hebben. De brandpunten F' en F'' liggen diametraal tegenover elkander; daarom is de boog F' F F'' de helft van den omtrek des genoemden grooten cirkels, dat is $= \pi a$. Laten verder A (regts op de as x) en B (boven x, op de as z) twee der vier snijpunten van den grooten cirkel met de assen x en z zijn, dan is A B een quadrant, $= \frac{1}{2} \pi a$. A is het middelpunt der confocale ellipsen, die F en F'' tot brandpunten hebben, en B is het centrum der ellipsen, voor welke de brandpunten zijn F en F'. Denk van elke dezer twee groepen ééne ellips. Die, welke A tot middelpunt heeft, hebbe eene spherische groote as 2 a', en snijde het quadrant A B in een punt C (tusschen B en F); en de tweede, van welke B het centrum is, hebbe eene spherische groote as 2 a, en snijde den boog A B in een punt D (tusschen F en A). Derhalve is de boog B D = a, de boog A C = a' en F ligt op den boog C D. Deze twee ellipsen snijden elkander in twee punten. Zij een dezer punten het punt P, en denk de voerstralen (spherische) r', r en r'', uit de drie brandpunten F', F, F'', naar dit punt getrokken, dan is

$$r + r' = 2\,\mathrm{a}, \quad r + r'' = 2\,\mathrm{a}',$$

en daarom

$$\mathrm{a} + \mathrm{a}' - \tfrac{1}{2}(r' + r'') = r.$$

Maar

$$\mathrm{CD} = (\mathrm{AC} + \mathrm{CB}) - \mathrm{AB} + \mathrm{CD} = \mathrm{AC} + (\mathrm{BC} + \mathrm{CD}) - \mathrm{AB} =$$
$$\mathrm{AC} + \mathrm{BD} - \mathrm{AB} = \mathrm{a} + \mathrm{a}' - \tfrac{1}{2}\pi a;$$

derhalve

$$CD + \tfrac{1}{2}\pi a - \tfrac{1}{2}(r' + r'') = r.$$

En vermits de som der voerstralen r' en r'' noodwendiglijk gelijk is aan de helft van den omtrek eens grooten cirkels, dewijl zij zijn getrokken, uit de middellijnig tegenover elkander gelegene punten F′ en F″, naar een zelfde punt P van het oppervlak des bols, is $r' + r'' = \pi a$ en $\tfrac{1}{2}(r' + r'') = \tfrac{1}{2}\pi a$, en dan eindelijk $CD = r$.

Hetgeen hier voor den voerstraal r verkregen is, zal klaarblijkelijk voor de voerstralen, naar de andere drie brandpunten uit hetzelfde punt P getrokken, op overeenkomstige wijze bestaan.

Elk punt P van de oppervlakte des bols kan altijd aangemerkt worden als te zijn een punt van doorsnijding van twee spherische ellipsen, de eene tot eene der twee groepen van het eerste stelsel, de andere tot eene der twee groepen van confocale ellipsen van het tweede stelsel van ellipsen behoorende, en welke twee ellipsen dan slechts één brandpunt gemeen hebben. En ingevolge deze opmerking zal de beteekenis van de verkregene uitkomst deze zijn: „De „spherische afstand van een punt P der oppervlakte van „den bol tot eenig brandpunt der vier groepen van con„focale spherische ellipsen, is gelijk aan den boog des „grooten cirkels van de brandpunten (d. i. van den cirkel, „waarop de vier brandpunten zijn gelegen), begrepen tus„schen twee der toppen van de spherische groote assen der „twee onderscheidene spherische ellipsen, gaande door het „punt P, en wel tusschen die twee toppen, welke aan de „eene en aan de andere zijde (dat is niet aan eene zelfde „zijde) van het gedachte brandpunt liggen.”

Voor een punt der oppervlakte eener ellipsoïde is eene gelijkvormige stelling waar. De spherische afstand tot een brandpunt zal nu zijn een umbilicale voerstraal, of de lengte eener geodetische lijn, naar een umbilicus getrokken, en de

spherische ellipsen worden vervangen door de kromtelijnen, hebbende de uiteinden of toppen van hare ellipsoïdale groote assen op den omtrek der hoofddoorsnede $(a\,c)$, waarop de vier umbilici zijn gelegen. Het bewijs dezer eigenschap van de umbilicale geodetische lijnen op de ellipsoïde, kan genoegzaam eveneens worden gegeven als dat der eigenschap van de focale voerstralen op den bol. Nogtans wordt het, in de theorie dier geodetische lijnen, veelal uit andere gronden afgeleid, en dan kan uit het bewezene bijna onmiddellijk worden besloten tot „het onveranderlijk zijn „van de som der twee geodetische lijnen, uit de beide „umbilici, die tot eene zelfde kromtelijn behooren, naar „een zelfde punt dezer kromtelijn getrokken.”

Leiden, April 1864.

OVER EENE BENADERINGSMANIER
TER
BEREKENING DER WAARDE
VAN
LIJFRENTEN EN VERBINDINGSRENTEN.

DOOR

F. J. STAMKART.

Ons geacht medelid, de Heer R. LOBATTO, heeft voor geruimen tijd reeds aan de Akademie eene Verhandeling over bovengenoemd onderwerp aangeboden, welke door de Akademie in der tijd voor hare Werken is aangenomen, en nu onlangs is uitgegeven onder den titel van: *Mémoire sur une Méthode d'approximation pour le calcul des Rentes Viagères.* Daar ik mij in het jongst verloopen jaar ook meermalen met dit onderwerp heb bezig gehouden, zij het mij veroorloofd eene formule aan te wijzen, die, naar ik meen, voor de berekening even kort is, en voor het geval der Verbindingsrente nader aan de waarheid komt, dan de door den Heer LOBATTO voorgedragen wijze. Het gronddenkbeeld, waaruit de formule wordt afgeleid, is hetzelfde als dat waarvan ons geacht medelid is uitgegaan, en dat ik van hem ontleend heb, bij gelegenheid toen ik indertijd de eer had tot de Commissie van beoordeeling te behooren, in wier handen genoemde

Verhandeling of Mémoire gesteld is geweest. Dit grond-denkbeeld is dit, dat het voldoende kan geacht worden, om uit eene sterftetafel slechts de getallen van 5 tot 5 jaren te ontleenen, om daarnaar de waarde eener lijfrente of verbindingsrente te berekenen, waarbij tevens wordt aangenomen, dat gedurende ieder verloop van vijf jaren, de getallen der sterftetafel in een rekenkundige reeks af-nemen; met andere woorden, dat het voor de toepassingen, in verreweg de meeste gevallen, voldoende is, om voor de *Levens-kromme* eenen veelhoek van koorden te substitueren, gaande door de uiteinden der ordinaten, die van 5 tot 5 jaren opgerigt zijn. In plaats van 5 jaren stellen wij in het algemeen n jaren, en laat

$$A_0 \quad A_n \quad A_{2n} \,.\,.\,.\,.\,.\, A_{kn}$$

de getallen eener sterftetafel voorstellen, met overspringing telkens van $n-1$ getallen.

Zij ook

$$B_0 \quad B_n \quad B_{2n} \,.\,.\,.\,.\,.\, B_{kn}$$

eene dergelijke reeks getallen, genomen uit dezelfde of uit eene andere sterftetafel, waarbij B_0 in het algemeen tot een *ander* ouderdomsjaar behoort dan A_0. Zij r de tax van den interest per éénheid, en $R = 1 + r$, en eindelijk H de waarde eener *postnumerando* verbindingsrente, welke bij de toepassingen meestal als *Huwelijksrente* voorkomt, dan heeft men, zoo als bekend is,

$$1+H=\{A_0B_0+A_1B_1R^{-1}+A_2B_2R^{-2}..+A_p.B_pR^{-p}\}:(A_0.B_0).(1)$$

waarbij A_p en B_p de getallen der sterftetafel zijn voor de hoogste jaren tot waartoe men de rente wil berekenen.

Indien, volgens de gemaakte onderstelling, de getallen A en B gedurende n jaren in eene rekenkundige reeks

afnemen, en A_m, A_{m+n} twee opvolgende getallen zijn, met overspringing van $n-1$ jaren, dan zal men voor elk tusschenliggend jaar $x < n$, hebben:

$$A_{m+x} = \frac{n-x}{n} A_m + \frac{x}{n} . A_{m+n}$$

en ook

$$B_{m+x} = \frac{n-x}{n} B_m + \frac{x}{n} . B_{m+n}.$$

Deze getallen vermenigvuldigende, verkrijgt men

$$A_{m+x} . B_{m+x} = \left(\frac{n-x}{n}\right)^2 . A_m . B_m$$

$$+ \frac{(n-x).x}{n^2} (A_{m+n} B_m + A_m . B_{m+n}) + \frac{x^2}{n^2} A_{m+n} . B_{m+n}.$$

Hetgeen onder dezen vorm kan gebragt worden

$$\left(\frac{n-x}{n}\right)^2 A_m B_m + \frac{x^2}{n^2} A_{m+n} . B_{m+n}$$

$$+ \frac{(n-x)x}{n^2} (A_m B_m + A_{m+n} B_{m+n}) - \frac{(n-x)x}{n^2} (A_m - A_{m+n})(B_m - B_{m+n})$$

$$= \frac{n-x}{n} A_m B_m + \frac{x}{n} A_{m+n} B_{m+n} - \frac{(n-x)x}{n^2} (A_m - A_{m+n})(B_m - B^{m+n}) \ldots (2)$$

Vermenigvuldigende met R^{-m-x}, vindt men voor de algemeene uitdrukking van eenen term der vergelijking (1) in het tweede lid, gelegen tusschen twee termen m en $m+n$,

$$A_{m+x} . B_{m+x} . R^{-m-x} = R^{-m} \left\{ \frac{n-x}{n} R^{-x} . A_m \; B_m \right.$$

$$\left. + \frac{x}{n} R^{-x} A_{m+n} . B_{m+n} - \frac{(n-x)x}{n^2} R^{-x} . \Delta A_m \; \Delta B_m \right\},$$

kortheidshalve $A_m - A^{m+n}$ en $B_m - B_{m+n}$ door ΔA_m en ΔB_m voorstellende.

Nemen wij x achtervolgend 0, 1, 2, 3 ... $n-1$ en zij

$$P = \frac{n}{n} + \frac{n-1}{n} R^{-1} + \frac{n-2}{n} R^{-2} \ldots + \frac{1}{n} R^{-n+1}$$

$$Q = \frac{0}{n} + \frac{1}{n} R^{-1} + \frac{2}{n} R^{-2} \ldots + \frac{n-1}{n} R^{-n+1} \ldots (3)$$

$$Z = \frac{0}{n^2} + \frac{(n-1).1}{n^2} R^{-1} + \frac{(n-2).2}{n^2} R^{-2} \ldots + \frac{1(n-1)}{n^2} R^{-n+1}$$

dan verkrijgt men, optellende, voor de som der n termen van $A_m B_m R^{-m}$ tot $A_{m+n-1} . B_{m+n-1} . R^{-m-n+1}$, of

$$A_m B_m R^{-m} + A_{m+1}.B_{m+1} R^{-m-1} + A_{m+2} B_{m+1} . R^{-m-2} \ldots$$
$$+ A_{m+n-1}.B_{m+n-1}.R^{-m-n+1}$$
$$= R^{-m}\{P A_m . B_m + Q A_{m+n}.B_{m+n} - Z . \Delta A_m . \Delta B_m\}$$

Stellende nu weder in deze uitdrukking $m = 0, n, 2n, 3n, \ldots kn$; dan vindt men voor de som der termen van (1) genomen tot aan den term $A_{(k+1)n-1} . B_{(k+1)n-1}.R^{-(k+1)n+1}$ en met bijvoeging van den term $A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n}.R^{-(k+1)n}$ de volgende waarde

$$(1+H) \times A_0 B_0 = \{P A_0 B_0 + Q A_n B_n - Z \Delta A_0 . \Delta B_0\} R^{-0}$$
$$+ \{P A_n B_n + Q A_{2n} B_{2n} - Z \Delta A_n . \Delta B_n\} R^{-n}$$
$$+ \{P A_{2n} B_{2n} + Q A_{3n} B_{3n} - Z \Delta A_{2n} . \Delta B_{2n}\} R^{-2n}$$

. . . .

$$+ \{P A_{kn}.B_{kn} + Q A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n} - Z \Delta A_{kn}.\Delta B_{kn}\} R^{-kn}$$
$$+ A_{(k+1)n} . B_{(k+1)n} . R^{-(k+1)n}$$
$$= P A_0 . B_0 + (Q + P R^{-n}) A_n B_n$$
$$+ (Q + P R^{-n}) A_{2n} B_{2n} R^{-n} \ldots (Q + P R^{-n}) A_{kn} B_{kn} R^{-(k-1)n}$$
$$+ Q A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n}.R^{-kn} + A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n} R^{-(k+1)n}$$
$$- Z\{\Delta A_0 . \Delta B_0 + \Delta A_n . \Delta B_n R^{-n} + \Delta A_{2n} . \Delta B_{2n} R^{-2n} \ldots$$
$$+ \Delta A_{kn} . \Delta B_{kn} R^{-kn}\}.$$

De eerste en tweede regel dezer uitdrukking kan nog aldus geschreven worden

$$(QR^n + P)\,A_0B_0 + (QR^n + P)\,A_nB_nR^{-n} + (QR^n + P)A_{2n}B_{2n}R^{-2n}\dots$$
$$\dots\dots\dots\dots + (QR^n + P)\,A_{kn}.B_{kn}R^{-kn}$$

$$-QR^n.A_0\,B_0 + (QR^n + 1)\,A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n}.R^{-(k+1)n}$$

$$=(QR^n + P)\,\{A_0B_0 + A_nB_nR^{-n} + A_{2n}.B_{2n}R^{-2n}.. + A_{kn}B_{kn}R^{-kn}\}$$

$$-(QR^n + 1)\,\{A_0B_0 + A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n}.R^{-(k+1)n}\} + A_0B_0.$$

Aan beide kanten A_0B_0 weglatende, vindt men dus

$$H.A_0.B_0=(QR+P)\{A_0B_0+A_nB_nR^{-n}+A_{2n}B_{2n}R^{-2n}..+A_{kn}B_{kn}R^{-kn}\}$$
$$-Z\{\Delta A_0\Delta B_0+\Delta A_n.\Delta B_nR^{-n}+\Delta A_{2n}.\Delta B_{2n}R^{-2n}..+\Delta A_{kn}.\Delta B_{kn}R^{-kn}\}$$
$$-(QR^n+1)\,\{A_0B_0+A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n}R^{-(k+1)n}\}\,\dots\dots\dots\,(4)$$

Stellende nog $QR^n + P = M$ en $\frac{Z}{M}=\mu, QR^n + 1 = N,$ zoo krijgt men, na deeling door A_0B_0.

$$H=M\{A_0B_0+A_nB_nR^{-n}+A_{2n}B_{2n}R^{-2n}\,..+A_{kn}K_{kn}R^{-kn}$$
$$-\mu(\Delta A_0\Delta B_0+\Delta A_n.\Delta B_nR^{-n}+A_{2n}.B_{2n}R^{-2n}\;.\;+\Delta A_{kn}.\Delta B_{kn}R^{-kn}\}:A_0B_0$$
$$-(QR^n + 1)\left\{1 - \frac{A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n}}{A_0B_0}R^{-(k+1)n}\right\}$$

$$H = \frac{M}{A_0B_0}\sum_0^k\left(A_{nx}.B_{nx}R^{-nx} - \mu\,\Delta A_{nx}.\Delta B_{nx}R^{-nx}\right)$$
$$-N\left(1 - \frac{A_{(k+1)n}.B_{(k+1)n}}{A_0.B_0}R^{-(k+1)n}\right)\,\dots\dots\,(5)$$

Hierbij behoort, hetgeen ligt uit de form. (3) wordt gevonden:

7*

$$M = 1 + \frac{n-1}{n}(R + R^{-1}) + \frac{n-2}{n}(R^2 + R^{-2}) \ldots + \frac{n-(n-1)}{n}(R^{n-1} + R^{-n+1})$$

$$N = 1 + \frac{n-1}{n}R + \frac{n-2}{n}R^2 \ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{n-(n-1)}{n} \cdot R^{n-1}$$

$$\mu = \left\{\frac{(n-1) \cdot 1}{n^2}R^{-1} + \frac{(n-2) \cdot 2}{n^2}R^{-2} \ldots\ldots + \frac{1 \cdot (n-1)}{n^2}R^{-n+1}\right\} : M.$$

Deze formule (5) is de benaderende uitdrukking ter berekening der waarde eener verbindings- of huwelijks-rente, welke ik bedoelde, waarbij de benadering voor deze rente *even groot is* als voor de lijfrente op één hoofd, bij eene berekening van n tot n jaren. Formule (5) onderscheidt zich daarin, met betrekking tot de verbindingsrente van het door den Heer LOBATTO voorgestelde, dat in de Mémoire de term

$$- M \sum_{0}^{k} \Delta A_{nx} \cdot \Delta B_{nx} R^{-nx}$$

verwaarloosd is geworden, hetgeen duidelijk wordt indien men de uitdrukking (2) vergelijkt met het gezegde, pag. 25, § 12 der *Mémoire:* „. . . . en formant une table de mor„talité basée sur un nombre N de couples d'individus exis„tants aux âges donnés, et désignant par N_1, N_2 . . . les „nombres des couples survivants au bout de 1, 2 . . . „années, il est évident que l'hypothèse d'un *décroissement „uniforme dans ces nombres pendant chaque intervalle quin„quennal,* se rapprochera moins de la vérité, que lorsqu'il „s'agit de l'extinction successive d'un nombre N d'indivi„dus isolés." In het verwaarloozen van het product der verschillen ΔA en ΔB ligt voornamelijk de oorzaak, dat genoegzaam alle *différences* op de *Tableaux* dezer § 12, pag. 26 tot 32, het teeken *plus* voor zich hebben.

Wanneer de n-jarige periode voor een van beide getal-

len A of B eindigt bij een jaar waar A of B *nul* is, dan is de laatste term $A_{(k+1)n} . B_{(k+1)n} = 0$, en men behoeft slechts het standvastige getal N af te trekken In het algemeen zal die term klein zijn, maar men kan het altijd zoodanig inrigten, dat $A_{(k+1)n} . B_{(k+1)n} = 0$ wordt door de *n*-tallen rugwaarts te tellen, van genoemden term in de sterfte-tafel te beginnen.

Eene formule voor het berekenen der lijfrenten op een enkel hoofd, laat zich ligt uit (5) afleiden. Men behoeft daartoe slechts alle waarden van $B = 1$ te onderstellen en dus ook $\Delta B = 0$ te nemen; hierdoor verkrijgt men

$$L = M(A_0 + A_n R^{-n} + A_{2n} R^{-2n} .. + A_{kn} R^{-kn}) : A_0 - N\left(1 - \frac{A_{(k+1)n}}{A_0}\right) . (6)$$

Of wanneer de sommatie tot aan het einde der sterftetafel wordt voortgezet, stellende $A_{(k+1)n} : A_0 = 0$,

$$L = M(A_0 + A_n R^{-n} + A_{2n} R^{-2n} + \text{etc.}) ; A_0 - N .. (7)$$

Neemt men $R = 1{,}04$ en $n = 5$,

dan is $M = 5{,}015401$

$N = 3{,}164877$

$\mu = 0{,}144728$

Ter beproeving der formule (5) heb ik haar op hetzelfde voorbeeld toegepast, dat door den Heer LOBATTO voor de verbindingsrente volgens KERSEBOOM bij *gelijke* jaren der beide lijven *en 4 pCt. rente* gekozen is. De berekening der 18 getallen kan gevoegelijk in haar geheel op een half vel gewoon schrijfpapier gedaan worden. Voor de producten $A . B R^{-x}$ heb ik Logarithmen met 5 decimalen gebezigd, voor de producten $\Delta A . \Delta B . R^{-x}$ zijn 4 decimalen in de Logarithmen geheel voldoende. De uitkomst is de volgende geweest:

OUDERDOM.		WAARDE FORM. (5)	JUISTE WAARDE.	VERSCHIL.
A.	B.			
5	5	14,6906	14,9503	—0,2597
10	10	14,9645	14,9683	—0,0038
15	15	14,2665	14,2969	—0,0304
20	20	13,3979	13,4431	—0,0452
25	25	12,6251	12,6194	+0,0057
30	30	12,2966	12,2908	+0,0058
35	35	11,8186	11,8283	—0,0096
40	40	11,0558	11,0692	—0,0139
45	45	9,9134	9,9321	—0,0187
50	50	8,8133	8,8215	—0,0082
55	55	7,7996	7,8166	—0,0170
60	60	6,7248	6,7408	—0,0160
65	65	5,4955	5,6011	—0,0056
70	70	4,4365	4,4498	—0,0133
75	75	3,1412	3,1730	—0,0318
80	80	2,1391	2,2595	—0,1204
85	85	1,4588	1,3360	+0,1228
90	90	1,2836	0,8247	+0,4589

De som der verschillen, alle + genomen, is 1,1964.

De som der verschillen, volgens de manier van den Heer LOBATTO is daarentegen 3,3603.

Dezelfde sommen, met uitzondering der ouderdommen van 5, 85 en 90 jaren, zijn respectivelijk

0,3550

en 1,3285.

De benadering der formule (5) is dus ongeveer 3 à 4 malen sterker.

Ouderdom, jaren.	5		70	75	80	85	90	95
Log. der levenden	2,98408	2,	2,38917	2,24304	2,00000	1,56321	1,00000	0,00000
	5,96816	5,	4,77834	4,48608	4,00000	3,12642	2,00000	0,00000
—p Log. R. . .	0,00000	9	8,89283	8,80766	8,72249	8,63732	8,55215	8,46698
Log. A_p B_p R—p	5,96816	5	3,67127	3,29374	2,72249	1,76374	0,55215	8,46698
Log. Δ A_p of Δ B_p	1,8388½	1,	1,8388½	1,8750½	1,7403½	1,5440½	0,9542½	0,0000
	3,6777	3,	3,6777	3,7501	3,4807	3,0881	1,9085	0,0000
Log. μ . R—p . .	9,1606	9	8,0543	7,9683	7,8831	7,7980	7,7128	7,6257
Log.$\Delta A_p \Delta B_p . \mu$R—$p$	2,8383	2,	1,7320	1,7184	1,3638	0,8861	9,6213	7,6247
Getallen der bovenstaande Log..	929310	6	4691,1	1966,7	527,83	58,042	3,5658	0,02931
	689	5	54,0	52,2	23,11	7,694	0,4181	0,00421
	928621	6	4637,1	1914,5	504,72	50,348	3,1477	0,02521

Jaren.

95	en	95
90	〃	90
85	〃	85
80	〃	80
75	〃	75
70	〃	70
65	〃	65
60	〃	60
55	〃	55
50	〃	50
45	〃	45
40	〃	40
35	〃	35
30	〃	30
25	〃	25
20	〃	20
15	〃	15
10	〃	10
5	〃	5

65	60	55	
4,21684	4,52217	4,78664	
3,97462	4,22720	4,44699	
0,24222	0,29478	0,33965	
0,70030	0,70030	0,70030	= Log.(Q R⁵ + P)
0,94252	0,99518	1,03995	
8,7604	9,8897	10,9635	
3,1649	3,1649	3,1649	
5,4955	6,7248	7,7996	

25	20	15	10	5
5,93265	6,08877	6,23594	6,37655	6,51963
5,43457	5,56894	5,69461	5,81847	5,96816
0,49808	0,51883	0,54133	0,55808	0,55147
0,70030	0,70030	0,70030	0,70030	0,70030
1,19838	1,21913	1,24133	1,25838	1,25177
15,7900	16,5628	17,4314	18,1294	17,8555
3,1649	3,1649	3,1649	3,1649	3,1649
12,6251	13,3979	14,2665	14,9645	14,6906

Tegenover bladz. 102.



OVER EENE

HEETE DAMPBRON IN LIMBURG.

DOOR

Dr. VERVER.

Aan den voet van een leemheuvel, gelegen op een paar honderd schreden afstands van het buitengoed van den Heer MEEUVIS, tusschen de dorpen Sittard en Urmond in Limburg, bevindt zich een trechtervormige kuil, waaruit leem voor eene daarbij gelegen pannenbakkerij getrokken wordt. De trechterrand heeft een diameter van ongeveer 10, en eene regtstandige diepte van 8 meters. Eene zachte glooijing, een hollen weg vormend, leidt tot op den bodem des trechters. De leem, daaruit getrokken, is zwaar en voor water ondoordringbaar. In Januarij des vorigen jaars is men begonnen den trechter te verdiepen, doch stiet, toen men slechts 1 à 1,5 meter dieper was gekomen, op bruinkool, die aanvankelijk fijn verdeeld (als snuif) was. De dikte dezer laag werd geschat op ongeveer drie meters. Met de diepte werden de stukken grooter, sommige worden gezegd eenige ponden gewogen te hebben. Toen men op eene diepte van ongeveer 7 meters gekomen was en nog altijd bruinkool vond, staakte men den arbeid en liet alles in den toestand, waarin men het gebracht had.

De regen, die in het voorjaar en gedurende den zomer viel, en langs de trechterwanden en den hollen weg

in den geboorden put vloeide, werd onmiddellijk door den bodem geabsorbeerd.

Tot het midden van September was alles in denzelfden toestand gebleven, toen de wanden van den put uitschoten en deze geheel gevuld werd.

Veertien dagen ongeveer nadat de put gevuld was, nam men waar, dat op verschillende plaatsen van den bodem des trechters zich dampen ontwikkelden van eenen onaangenamen reuk; de ontwikkeling dier dampen nam spoedig in intensiteit toe. De pannenbakker boorde nu met een staak een gat van ongeveer een palm diameter tot eene diepte van eenige palmen, en sedert hebben de dampen dit kanaal tot uitweg gekozen. In deze opening werden door den werkman drie aarden buizen op elkander geplaatst, uit welke nu de damp uitstroomde. Op een afstand van een halven meter van dit kanaal ontwikkelde zich uit den grond ook nog damp, doch slechts in geringe mate. De hoeveelheid bruinkool, uit dezen put gehaald, zoude 25 karren bedragen. Nog werd mij medegedeeld, dat de uitstroomende damp nu eens dagen achtereen zeer heet was, dan weder gedurende een of twee dagen vervangen werd door een luchtstroom, die koud was op het gevoel.

Al wat tot een voorloopig onderzoek en tot het verzamelen van het gas noodig was, had ik medegenomen. Ik overtuigde mij al zeer spoedig, dat de damp eene ruime hoeveelheid zwavelwaterstofgas bevatte en ook koolzuurgas daarin werd aangetroffen. Ik beschreef den aanwezenden het uitwendig aanzien van den zwavelkies (pyriet, en vroeg of zij bij het putboren ook iets overeenkomstigs hadden waargenomen. Ik vernam toen, dat zij, vóór zij de bruinkool bereikten, op eene laag van zoo iets gestooten waren, en mij welligt nog een stuk er van zouden kunnen bezorgen.

Ik vond de dampbron in volle werking. Ik liet een thermometer in de bron neder en vond eene temperatuur,

na eens van 90° C., dan weder van 110° C. De uitstroomingssnelheid is niet op alle oogenblikken even sterk; met de snelheid klimt de temperatuur, welke echter, zoolang ik waarnam, niet beneden 90° C. daalde. Om de drukking van den uitstroomenden damp te bepalen, liet ik de buis met leem sluiten en bracht een tweemaal regthoekig gebogen buis (⊓) binnen, waarvan het langere been in halve centimeters verdeeld was. Dit langere been werd in een met water gevulden cylinder gedompeld. De drukking bleek te verschillen van 4,5 tot 8 centimeters water. Ik liet toen den damp gedurende geruimen tijd door eene flesch, gevuld met gedestilleerd water, strijken, ten einde het daarin condenseerbare op te vangen, en verbond deze flesch met een stel van drie glazen buizen, van ongeveer 60 cub. centimeters inhoud elk, om in deze het uitstroomende gas, voor de analyse bestemd, te verzamelen. Deze buizen werden, nadat het gas er geruimen tijd had doorgestreken, onmiddellijk digt gesmolten. Hoewel het verband, dat tusschen de meeste der waargenomen verschijnselen kan bestaan, mij weinig raadselachtig voorkwam, onthield ik mij evenwel van eenige conclusie, zoolang niet de analyse van het gas en van het water, waardoor het gas streek, afgeloopen was. Ik stelde er belang in, ook den zoogenaamden kouden luchtstroom waar te nemen, en hoopte dien op een volgenden dag te kunnen onderzoeken.

Den 22sten October begaf ik mij weder derwaarts en vond nu dat de koude luchtstroom, van welken ik straks sprak, een stroom naar binnen was.

De oorsprong van dien stroom laat zich gereedelijk verklaren. De onderaardsche ruimte, waarin de ontwikkeling van den waterdamp en van de gassen plaats vindt, wordt gedurende het krachtig uitstroomen van dien waterdamp bijna of geheel luchtledig. Zoodra de werking, van welke de later te noemen gassen de producten zijn,

heeft opgehouden, daalt allengs de temperatuur in die ruimte, en vindt er dien ten gevolge condensatie van waterdamp plaats, welke oorzaak wordt, dat eene leegte ontstaat, die voortdurend aangevuld wordt door de instroomende lucht.

De instroomingssnelheid verschilt op verschillende tijden. Aanvankelijk is zij gering, neemt dan allengskens toe en bereikt meermalen die van een luchtstroom, onder eene pressie van 8 centimeters water. Met die snelheid stroomde de lucht naar binnen, toen ik den 6den November mij weder ter plaatse bevond. De temperatuur van den uitstroomenden damp, welke bij mijn eerste bezoek (16 October) van 90° C.—110° C. afwisselde, bereikte den dag vóór mijne tweede reis 124° C, het maximum dat waargenomen is. De dampdrukking had dien dag 8,5 centimeters water bereikt.

Sedert namen temperatuur en dampdrukking af, en waren den 28sten October tot 92° C. en 3 centimeters water gedaald. De duur van elk verschijnsel, uit- en instrooming, werd korter, de intervallen van rust werden allengs grooter. Den 21sten November was de temperatuur van den damp gedaald tot 82° C., doch bereikte 24 November weder 84° C. Den 26sten November vond ik haar gedaald tot 72° C. en de dampdrukking tot 1,5 centimeter water. Sedert is de werking voortdurend afgenomen, en ofschoon zoo nu en dan nog wel, na dagen lange rust, damp te voorschijn komt, duurt die zwakke stroom slechts weinige uren.

Bij mijn eerste bezoek had ik, na daarvan eene beschrijving gegeven te hebben, naar het aanwezen van pyriet gevraagd en vernomen, dat men, vóór de bruinkoollaag was bereikt, op zoo iets gestooten had. Later aan den Burgemeester van Sittard een bezoek brengende, vond ik bij dezen eenige stukken van de bedoelde stof, door hem ter plaatse verzameld, en overtuigde mij, dat het pyriet was gemengd met straalkies. Later vond ik zelf in den hoop

bruinkool stukken, die geheel met pyriet doordrongen waren. De daarin vervatte pyriet verkeert in toestand van verweering; op eene vochtige plaats gelegd, overdekt zij zich in weinige dagen met kristallen, welke, behalve uit een weinig zwavelzure aluinaarde, uit zwavelzuur ijzeroxydul bestaan.

De oxydatie van die straalkieshoudende pyriet nu is de oorzaak van het geheele verschijnsel. Eeuwen lang bedekt door eene voor water en lucht ondoordringbare leemlaag van het de bruinkool-bedding bedekkend diluvium, moest die fijn verdeelde pyriet onveranderd blijven. Door het boren van den put, verkregen lucht en water vrijen toegang. Er ontwikkelde zich een oxydatieproces, dat eene bron werd van warmte; de steeds toenemende temperatuur bespoedigde op hare beurt de oxydatie.

Toen nu, ten gevolge van het bezwijken der wanden, de put gevuld werd, had dat scheikundig proces reeds eene zekere intensiteit bereikt; het oxydatieproces ging voort, doch niet meer ten koste van de zuurstof der lucht, welke nu weder was afgesloten, maar ten koste van de zuurstof des waters, waarmede de bruinkool doortrokken was.

Van het oogenblik af dat waterontleding plaats vond, ving gasontwikkeling aan. Waar pyriet ($Fe\ S^2$) door de zuurstof van het water gebracht wordt tot zwavelzuur ijzeroxydul, moet zwavelwaterstofgas ontwikkeld worden, hetwelk ik bij mijn eerste bezoek dan ook in zoo ruime hoeveelheid aantrof.

De door het scheikundig proces ontwikkelde temperatuur nam in die mate toe, dat het water tot waterdamp werd gebracht en zich in ruimere hoeveelheid ontwikkelde, dan door de niet wijde opening kon ontwijken. De daardoor teweeggebrachte drukking werd oorzaak, dat de temperatuur van den damp boven 100° C. steeg, en te hooger moest stijgen, naarmate op verschillende oogenblikken het

oxydatieproces krachtiger dan op andere ontwikkeld was; naarmate op het eene oogenblik eene grootere hoeveelheid pyriet dan op het andere in de sfeer van werking begrepen was.

Het water, waardoor ik, bij mijn eerste bezoek, den damp geruimen tijd had laten strijken, rook den volgenden dag, toen ik het onderzocht, nog sterk naar zwavelwaterstof; doch ook behalve dit, bevatte het niets. Het verzamelde gas werd onderzocht naar de methode van BUNSEN; ik vond daarin zwavelwaterstof-, stikstof-, een weinig zuurstof- en koolzuurgas. Eene quantitatieve analyse oordeelde ik niet noodig van een gasmengsel, waarvan de zamenstelling zoo veranderlijk moest zijn als van het onderwerpelijke. Bij mijn tweede bezoek (23 October) was de reuk van zwavelwaterstofgas merkelijk minder. Ook nu liet ik weder den damp gedurende geruimen tijd door gedestilleerd water strijken en ving weder in eèn stel van glazen buizen het gas op, die onmiddellijk weder ter plaatse digt gesmolten werden.

Dit water had den volgenden dag den reuk van zwavelwaterstof volkomen verloren; hij had plaats gemaakt voor dien van zwaveligzuur. De ontwikkeling van zwaveligzuur laat zich gereedelijk verklaren. De temperatuur van den uitstroomenden damp had daags vóór mijn tweede bezoek 124° C. bereikt Het is bekend, dat zwavelzuur ijzeroxydul bij hoogere temperatuur gebracht wordt tot basisch zwavelzuur ijzeroxyd, onder ontleding van zwavelzuur en ontwikkeling van zwaveligzuur:



$$2\ FeO.SO^3 = Fe^2O^3.SO^3 + SO^2.$$

Het zwavelwaterstof- en het zwaveligzuurgas, in water opgelost, doen pentathionzuur ontstaan. Dit water bevatte pentathionzuur en opaliseerde van afgescheide zwavel. Het hangt van de betrekkelijke verhouding dier twee stoffen af, of na de vorming van het pentathionzuur óf zwaveligzuur

óf zwavelwaterstof zal overig zijn ; ook kunnen beide elkander juist in die verhouding aantreffen, waarin zij pentathionzuur vormen. In het onderhavig geval had het zwaveligzuur de overhand.

Het gas opgezameld, na eerst door de met gedestilleerd water gevulde flesch gestroomd te hebben, bestond bijna geheel uit stikstof; bevatte slechts een weinig koolzuur-, geen spoor van zwavelwaterstof- noch zwaveligzuur-gas.

Bij mijn derde bezoek (6 November) stroomde in den morgen de lucht naar binnen. Dat naar binnen stroomen hield ongeveer te één uren op. Een half uur later begon het uitstroomen; het uitstroomende gas rook sterk naar verbrandingsproducten; de reuk kwam volkomen overeen met dien van den rook, welke zich uit smeulend vochtig hout ontwikkelt. Toen ik te 4 uren vertrok, was de aanvankelijk zwakke stroom wel sterker, doch geen spoor van zwavelwaterstof- of zwaveligzuurgas waar te nemen. Ik vernam toen, dat de bekende reuk van zwavelwaterstofgas in de laatste dagen bijna niet meer merkbaar was.

Er scheen dus nu eene werkelijke verbranding plaats te vinden, telkens nadat de ruimte zich met lucht gevuld had, en die kon voortduren totdat óf de zuurstof verbruikt, óf de lucht door den zich gelijktijdig ontwikkelenden damp weder uitgedreven was, om dan op nieuw aan te vangen, wanneer, na het ophouden der reactie, de ruimte zich weder met lucht had gevuld. Toen ik vertrok was de stroom nog te zwak, om dezen door water te doen strijken.

Bij mijn laatste bezoek, op 26 November, had de damp eene duidelijk zure reactie en zuren reuk, terwijl tevens de reuk van brandige stoffen werd waargenomen. Van zwavelwaterstof- of zwaveligzuurgas was geen spoor merkbaar. Ik liet het gas, vóór het in de buizen, waarin ik het verzamelen wilde, kwam, door barytwater stroomen, waarin een ruim praecipitaat van koolzure baryt ontstond. De azijn-

zure baryt, die ik, nadat door een stroom van koolzuurgas alle vrije baryt verwijderd was, vond, overtuigde mij, dat de zure reactie van den damp aan brandig azijnzuur moest worden toegeschreven.

Het verzamelde gas bestond uit stikstof, ligt koolwaterstofgas, kooloxydgas, met sporen van koolzuurgas. Ik had dus hier met een droog destillatie-proces te doen.

De eens aanwezige pyriet, die de aanleidende oorzaak was van het waargenomen verschijnsel, is welligt geheel, althans grootendeels in een zwavelzuur zout veranderd.

De temperatuur, door dat oxydatieproces ontwikkeld, is hoog genoeg om, wanneer lucht is toegetreden, eene langzame verbranding van de bruinkool teweeg te brengen, welke aanhoudt totdat geene zuurstof meer aanwezig is. Dan werkt de ontwikkelde hitte op de als in eene beslotene ruimte aanwezige kool en vindt er een droog destillatieproces plaats, van hetwelk de gevonden stoffen de producten zijn. Nu bestaat er echter geen bron van warmte meer, wordt er integendeel eene aanzienlijke hoeveelheid warmte verbruikt, de temperatuur der ruimte daalt, en terwijl die daalt, stroomt lucht naar binnen, en wordt weder het drooge destillatieproces vervangen door eene langzame verbranding Deze elkander opvolgende processen kunnen zich met steeds afnemende intensiteit nog eenigen tijd herhalen, tot eindelijk, bij steeds afnemende temperatuur, alle reactie zal moeten ophouden.

Uit het geheel van omstandigheden en verschijnselen blijkt genoegzaam, dat hier aan geene eigenlijke fumarolle, d. i. aan vulcanische werking, zoo als velen meenden, te denken is.

De snelle oxydatie van de pyriet, in fijn verdeelden staat door de bruinkoolbedding verspreid, is de eerste oorzaak der opvolgende reeks van verschijnselen. Het is toch bekend, dat aan de snelle oxydatie dier zelfde stof de zelf-

ontbranding van steenkolen en van bruinkoolbeddingen moet worden toegeschreven; dat de hoopen van aluinschiefer, tot de vorming van aluin bestemd, meermalen van zelf in brand geraken.

Tegen de verklaring door mij van het verschijnsel gegeven, zoude men de bedenking kunnen aanvoeren, of wel pyriet in hooger temperatuur water zoude kunnen ontleden, en die ontleding aanleiding geven tot de vorming van zwavelwaterstof. Deze bedenking is inderdaad geopperd en heeft geleid tot een onderzoek dienaangaande. Over pyriet, die vooraf door koken met zoutzuur van alle straalkies ontdaan was, is bij 120°—140° C. een stroom van waterdamp geleid, en telkens bevatte de uitstroomende waterdamp zwavelwaterstofgas, van hetwelk de hoeveelheid merkelijk grooter werd, zoodra met den waterdamp koolzuurgas vermengd werd.

Maastricht 1864.

EPHEMERIDE VAN PROSERPINA,

VOOR DE

OPPOSITIE VAN 2 JANUARIJ 1865.

DOOR

M. HOEK.

In de deelen III en V der *Verslagen en Mededeelingen* komen voor de bepalingen der loopbaan van Proserpina, met inachtneming der storingen door Jupiter en Saturnus volbracht door Dr. J. A. C. OUDEMANS, toen nog werkzaam aan de sterrewacht te Leiden. Kort daarop verliet Dr. OUDEMANS het vaderland, om zich te stellen aan het hoofd der geographische dienst in Nederlandsch Indië. Bij zijn vertrek nam ik de berekening van Proserpina over, en Dr. OUDEMANS had de vrijgevigheid het geheel zijner volbrachte berekeningen in mijne handen te stellen, voor het geval dat ik zou noodig hebben die te raadplegen.

Bij de oppositie van Maart 1857, waarvoor, blijkens aangehaald verslag (Deel V, bl. 395), de ephemeride door OUDEMANS gerekend was, bedroeg het verschil tusschen waarneming en berekening, bijna constant voor de geheele verschijning:

in Regte klimming — 37″.5
in Afwijking + 18 .4.

Het kon, volgens voorbereidende berekeningen van OUDE-

MANS, bijna volkomen worden uit den weg geruimd, door het volgend stel correctiën der elementen VII^a:

$$\partial\pi = +\ 56''.65$$
$$\partial\mu = -\ \ 0\ .01997$$
$$\partial M = -\ 48\ .94$$
$$\partial\varphi = -\ \ 0\ .18$$
$$\partial\Omega = -\ \ 1\ .07$$
$$\partial i = -\ \ 0\ .02$$

correctiën die voor de elementen VII^b dezelfde blijven, ∂M alleen uitgezonderd, die dan

$$-\ 48''.94 + 458\,(-\ 0''.01997) = -\ 58''.09$$

wordt.

Met de aldus verbeterde elementen werd door mij eene naauwkeurige ephemeride berekend voor de oppositie van Augustus 1858, en het bleek later dat deze den schijnbaren loop van Proserpina met groote naauwkeurigheid had voorspeld.

De voortdurende bemoeijingen van den Heer OUDEMANS hadden dus geleid tot de kennis van een zeer naauwkeurig stel elementen.

Op mij rustte de taak ze aan te wenden tot berekening van absolute storingen. Een deel van dien arbeid, dit jaar ten einde gekomen, is u bekend geworden door de 2e Aflevering mijner *Recherches astronomiques*, waarvan ik de eer had een exemplaar aan de Akademie aan te bieden bij hare voorgaande vergadering. Genoemde *Mémoire* omvat nog maar alleen de storingen van de eerste orde door Jupiter. Doch dit zijn de hoofdstoringen. Die, welke door de aantrekking van Saturnus en Mars worden veroorzaakt, en de storingen afhangende van de quadraten en producten der storende massa's, zijn van veel minder beteekenis.

Het liet zich alzoo voorzien, dat de combinatie der verbeterde elementen VII^a van OUDEMANS met mijne storingswaarden kon geven eene ephemeride vóór de aanstaande oppositie, naauwkeurig genoeg om de opsporing en waarneming der planeet zonder eenig bezwaar te leiden *). Ik heb die berekening volbracht en laat de uitkomsten, zoo kort mogelijk zaamgevat, volgen.

Volgens de formulen van HANSEN, voor de veranderingen die de elementen π, ☊ en i ondergaan, ten gevolge van de verplaatsingen van Ecliptica en Aequator, (*Astronomische Nachrichten*, Deel XXXV) vindt men:

$$\partial \pi = + 50''.24655\, t + 0''.0001124\, t^2$$
$$\partial ☊ = + 44.29444\, t + 0.0000969\, t^2$$
$$\partial i = + 0.28694\, t - 0.0000120\, t^2$$

waarin t is uitgedrukt in Juliaansche jaren. Derhalve wordt het stel VII^a, gereduceerd op het Middelbaar Aequinoxium van 1865,0:

$$\pi = 236^\circ\ 34'\ 55''.68$$
$$☊ = 46\ \ 3\ \ 31.15$$
$$i = 3\ \ 35\ \ 51.05$$

en deze waarden, verbonden met de middelbare helling der ecliptica

$$\varepsilon = 23^\circ\ 27'\ 24''.69,$$

geven voor de constanten van GAUSS:

$$A = 136^\circ\ \ 0'\ \ 7''.87,\quad log.\,sin.\,a = 9.9995562;$$
$$B = 47\ \ 15\ \ 43.34,\quad log.\,sin.\,b = 9.9539315;$$
$$C = 40\ \ 41\ \ 56.97,\quad log.\,sin.\,c = 9.6430040.$$

*) Dat vermoeden is bevestigd geworden. Bij de opsporing der planeet bleek de ephemeride minder dan 2^s fout in Regte klimming te hebben en minder dan 5$''$ in Afwijking. 15 *April* 1865.

Voor de berekening der storingswaarden heeft men, volgens de tafels van BOUVARD voor Jupiter (Paris, 1821) en volgens de tabellen XL, XLI en XLII mijner *Recherches*:

	C	C′	$n\delta z$	v	$\frac{u}{\cos. i}$
1864 Dec. 17.0	228°58′31″.52	242°22′19″	−432″.74	−512″.08	+14″.50
25.0	230 47 49 .42	243 2 12	−398 .63	−512 .92	+13 .85
1865 Jan. 2.0	232 37 7 .32	243 42 4	−364 .69	−513 .10	+12 .17
10.0	234 26 25 .22	244 21 57	−330 .90	−512 .81	+11 .02
18.0	236 15 43 .12	245 1 50	−297 .30	−511 .66	+ 9 .82

De storingswaarden $n\delta z$ werden terstond aan de C aangebragt; de v werden in rekening gebragt volgens het voorschrift, gegeven in de noot op pag. 86 der *Recherches*; de $\frac{u}{\cos. i}(a \sin. 1'')$ eindelijk werden vermenigvuldigd met $\cos. a$, $\cos. b$ en $\cos. c$, en dan toegevoegd aan de heliocentrische coördinaten x, y en z, die den aequator tot grondvlak hebben.

De aldus verkregene x, y en z, verbonden met de geocentrische coördinaten der zon X, Y en Z voor het middelbaar aequinoxium van 1865.0, gaven eene ephemeride, die, voor hetzelfde aequinoxium geldende, nog moest worden gereduceerd tot schijnbare plaatsen.

Die reductie is:

voor 1864 Dec.	17.0	$\Delta\alpha = +$ 1ˢ.98	$\Delta\delta = -$ 11″.2
	25.0	+ 2 .16	− 11 .0
1865 Jan.	2.0	+ 2 .30	− 10 .6
	10.0	+ 2 .39	− 10 .0
	18.0	+ 2 .43	− 9 .2

en daarmede werd als ephemeride voor de aanstaande verschijning gevonden:

M. T. Berlijn.	Sch. Regte kl. (26)	Sch. Afwijk. (26)	Aberratie-tijd.
	u m s	° ′ ″	m s
1864 Dec. 17.0	7 7 6.08	+26 53 15.5	15 20.0
18.0	6 12.06	55 59.5	17.6
19.0	5 16.91	+26 58 41.8	15.3
20.0	4 20.71	+27 1 22.2	13.2
21.0	3 23.53	4 0.6	11.2
22.0	2 25.43	6 36.7	9.3
23.0	1 26.48	9 10.3	7.5
24.0	7 0 26.72	11 41.1	5.9
25.0	6 59 26.22	14 9.1	4.5
26.0	58 25.08	16 33.9	3.2
27.0	57 23.35	18 55.3	2.0
28.0	56 21.11	21 13.0	1.0
29.0	55 18.44	23 27.0	15 0.1
30.0	54 15.43	•25 37.1	14 59.3
1864 Dec. 31.0	53 12.14	27 43.1	58.7
1865 Jan. 1.0	52 8.65	29 44.9	58.3
2.0	51 5.03	31 42.4	58.0
3.0	50 1.37	33 35.6	57.8
4.0	48 57.76	35 24.2	57.8
5.0	47 54.27	37 8.0	57.9
6.0	46 50.97	38 47.0	58.2
7.0	45 47.93	40 21.3	58.6
8.0	44 45.24	41 50.7	14 59.2
9.0	43 42.98	43 15.3	15 0.0
10.0	42 41.20	44 34.9	1.0
11.0	41 39.98	45 49.7	2.1
12.0	40 39.37	46 59.7	3.3
13.0	39 39.47	48 4.7	4.6
14.0	38 40.33	49 4.9	6.0
15.0	37 42.01	50 0.3	7.5
16.0	36 44.59	50 50.7	9.2
17.0	35 48.14	51 36.2	10.9
1865 Jan. 18.0	6 34 52.72	+27 52 16.8	15 12.8

Utrecht, 26 October 1864.

BIJDRAGEN

TOT DE

THEORIE DER BEPAALDE INTEGRALEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

VIII. OVER EENIGE LOGARITHMISCHE INTEGRALEN $\int l\mathrm{X}\frac{dx}{1+x^2}$ TUSSCHEN DE GRENZEN 0 EN 1, OF 0 EN ∞; MET HARE AFGELEIDEN.

1. Men vindt door de ontwikkeling van $\frac{1}{1+x^2}$ in eene reeks (zie *Verh.*, dl. VIII, blz. 474)

$$\int_0^1 lx\frac{dx}{1+x^2}=\int_0^1 lx\,dx\sum_0^\infty(-x^2)^n=$$

$$=\sum_0^\infty(-1)^n\int_0^1 x^{2n}\,lx\,dx=\sum_0^\infty\frac{(-1)^{n-1}}{(2n+1)^2}, \quad .\ (a)$$

waarbij de integraal $\int_0^1 x^a\,lx\,dx=\frac{-1}{(a+1)^2}$ gevonden wordt door de bekende $\int_0^1 x^a\,dx=\int_0^1\frac{d.x^{a+1}}{a+1}=\frac{1}{a+1}$ naar a te differentieren

Voor $x = Tg.y$ wordt $\int_0^1 l(1+x)\frac{dx}{1+x^2} = \int_0^{\frac{\pi}{4}} l(1+Tg.y)dy$

en verder (zie *Verh.* VIII, blz. 322), $= \int_0^{\frac{\pi}{4}} l\left\{\frac{Cos.\left(\frac{\pi}{4}-y\right)\sqrt{2}}{Cos.y}\right\}dy =$

$$= \int_0^{\frac{\pi}{4}} l\,Cos.\left(\frac{\pi}{4}-y\right)dy + l(\sqrt{2}).\int_0^{\frac{\pi}{4}} dy - \int_0^{\frac{\pi}{4}} l\,Cos.y\,dy.$$

Stelt men in de laatste $y = \frac{\pi}{4} - x$, zoo valt zij tegen de eerste in het laatste lid weg, en men behoudt dus

$$l(\sqrt{2})\int_0^{\frac{\pi}{4}} dy = \frac{\pi}{4}l(\sqrt{2}) = \frac{\pi}{8}l2 = \int_0^1 l(1+x)\frac{dx}{1+x^2} \;.\; (b)$$

Eindelijk wordt ook voor $x = Tg.y$, $\int_0^1 l(1+x^2)\frac{dx}{1+x^2} =$

$$= \int_0^{\frac{\pi}{4}} l(1+Tg.^2y)\,dy = -\int_0^{\frac{\pi}{4}} l\,Cos.^2y\,dy = \int_0^{\frac{\pi}{4}} l\,Tg.y\,dy -$$

$- \int_0^{\frac{\pi}{4}} l(Sin.y.\,Cos.y)\,dy$. De eerste integraal in het laatste lid volgt uit (a), als men daar $x = Tang.y$ stelt. De tweede geeft voor $y = 2x$, $\frac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} l\left(\frac{1}{2}Sin.x\right)dx = \frac{1}{2}l\frac{1}{2}.\int_0^{\frac{\pi}{4}} dx +$

$+ \frac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} l\,Sin.x\,dx = -\frac{\pi}{4}l2 + \frac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} l\,Sin.x\,dx$. Nu wordt

$$I = \int_0^{\frac{\pi}{2}} l\,Sin.\,x\,dx, \text{ voor } x = \frac{\pi}{2} - y,\ I = \int_0^{\frac{\pi}{2}} l\,Cos.\,x\,dx.$$

Telt men dus bij $\frac{\pi}{2} l\,2 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} l\,2\,.\,dx$ de beide vorigen op, zoo is $2\,I + \frac{\pi}{2} l\,2 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} l\,Sin.\,2\,x\,dx$, of voor $2x = y$,

$$4\,I + \pi\,l\,2 = 2.\frac{1}{2}\int_0^{\pi} l\,Sin.\,x dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} l\,Sin.\,x dx + \int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} l\,Sin.\,x dx.$$

Stelt men in de laatste $x = \pi - y$, zoo wordt zij, even als de voorgaande, gelijk aan I; dus is $4\,I + \pi\,l\,2 = 2\,I$, dat is $I = -\frac{\pi}{2} l\,2$. Ten slotte wordt dus

$$\int_0^1 l(1+x^2)\frac{dx}{1+x^2} = \sum_0^{\infty}\frac{(-1)^{n-1}}{(2n+1)^2} - \left(-\frac{\pi}{4} l2 + \frac{1}{2}\frac{-\pi}{2} l2\right) =$$

$$= \sum_0^{\infty}\frac{(-1)^{n-1}}{(2n+1)^2} + \frac{\pi}{2} l\,2 \;.\;.\;.\;.\;.\; (c)$$

Het verdient opmerking, op welke wijze de laatste integraal van de beide eerste afhangt. Stelt men toch $A = \frac{\pi}{8} l\,2$, $B = \sum_0^{\infty}\frac{(-1)^n}{(2n+1)^2}$, zoo is

$$\int_0^1 l\,x\frac{dx}{1+x^2} = -B\ .\ (1),\quad \int_0^1 l(1+x)\frac{dx}{1+x^2} = A,\ .\ (2)$$

$$\int_0^1 l(1+x^2)\frac{dx}{1+x^2} = 4\,A - B\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (3)$$

Maar nog eene andere integraal van verwanten vorm

kan men door middel van deze A en B bepalen. Door de substitutie van $x = Tang.\ y$ verkrijgt men toch

$$\int_0^1 l(1-x^2)\frac{dx}{1+x^2} = \int_0^{\frac{\pi}{4}} l(1 - Tang.^2 y)\, dy =$$

$$= \int_0^{\frac{\pi}{4}} l\, Cos.\, 2y\, dy - \int_0^{\frac{\pi}{4}} l\, Cos.^2\, y\, dy.$$

Hierin is de laatste integraal dezelfde als (c), zoo als in den loop van hare afleiding is gebleken. Verder vond men daar tevens de waarde der andere integraal $\int_0^{\frac{\pi}{4}} l\, Cos.\, 2y\, dy$, die voor $2y = x$ wordt $\frac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} l\, Cos.\, x dx$, de eene vorm der I aldaar. Derhalve is

$$\int_0^1 l(1-x^2)\frac{dx}{1+x^2} = -\frac{1}{2}\frac{-\pi}{2}\, l2 + (4A-B) = 2A - B. (4)$$

En deze geeft weder in verbinding met de vorige integralen twee nieuwe integralen; het verschil toch van (2) en (4) en de som van (4) en (3) geven

$$\int_0^1 l(1-x)\frac{dx}{1+x^2} = A - B, \ldots\ldots\ (5)$$

$$\int_0^1 l(1-x^4)\frac{dx}{1+x^2} = 6A - 2B. \ldots\ldots (6)$$

2. Men kan nu uit de voorgaande nog enkele andere integralen afleiden.

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x}{\sqrt{x}}\right)\frac{dx}{1+x^2} = A + \frac{1}{2}B, \ldots\ldots (7)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x}{x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = A + B, \ldots\ldots (8)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1-x}{\sqrt{x}}\right)\frac{dx}{1+x^2} = A - \frac{1}{2}B, \ldots\ldots (9)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1-x}{x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = A, \ldots\ldots (10)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x^2}{x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 4A, \ldots\ldots (11)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x^2}{x^2}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 4A + B, \ldots (12)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1-x^2}{x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 2A, \ldots\ldots (13)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1-x^2}{x^2}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 2A + B, \ldots (14)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1-x^4}{x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 6A - B, \ldots (15)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1-x^4}{x^2}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 6A, \ldots\ldots (16)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1-x^4}{x^3}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 6A + B, \ldots (17)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1-x^4}{x^4}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 6A + 2B, \ldots (18)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x}{1-x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = \mathrm{B}, \ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x^2}{1+x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 3\,\mathrm{A}-\mathrm{B}, \ldots\ldots \quad (20)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x^2}{1-x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 3\,\mathrm{A}, \ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x^2}{1-x^2}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 2\,\mathrm{A}. \ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

3. Wanneer men nu in deze integralen $x = \frac{1}{y}$ stelt, worden de grenzen ∞ en 1, terwijl de factor $\frac{dx}{1+x^2}$ alleen van teeken verandert: de functie onder den logarithmus verandert daarbij somtijds, doch blijft dezelfde in volstrekte waarde, als zij den vorm $x^a \pm \frac{1}{x^a}$ heeft. Voor het onderste teeken — verandert dan ook het teeken der functie; zoodat men, om denzelfden vorm te kunnen behouden, voor $l\mathrm{X}$ den vorm $\frac{1}{2}l\mathrm{X}^2$ moet gebruiken.

Alsdan geven de integralen (1) tot (19) en (22)

$$\int_1^\infty lx\frac{dx}{1+x^2} = \mathrm{B}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

$$\int_1^\infty l\left(\frac{1+x}{x}\right)\frac{dx}{1+x^2} = \mathrm{A}, \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

$$\int_1^\infty l\left(\frac{1+x^2}{x^2}\right)\frac{dx}{1+x^2} = 4\,\mathrm{A}-\mathrm{B}, \ldots\ldots \quad (25)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2} l\left(\frac{1-x^2}{x^2}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 2A - B, \quad . . (26)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2} l\left(\frac{1-x}{x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = A - B, \quad . . . . (27)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2} l\left(\frac{1-x^4}{x^4}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 6A - 2B, \quad . (28)$$

$$\int_1^\infty l\left(\frac{1+x}{\sqrt{x}}\right) \frac{dx}{1+x^2} = A + \frac{1}{2}B, \quad . . . . . (29)$$

$$\int_1^\infty l(1+x) \frac{dx}{1+x^2} = A + B, \quad . . . . . . (30)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2} l\left(\frac{1-x}{\sqrt{x}}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = A - \frac{1}{2}B, \quad . . (31)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2} l(1-x)^2 \frac{dx}{1+x^2} = A, \quad . . . . (32)$$

$$\int_1^\infty l\left(\frac{1+x^2}{x}\right) \frac{dx}{1+x^2} = 4A, \quad . . . . (33)$$

$$\int_1^\infty l(1+x^2) \frac{dx}{1+x^2} = 4A + B, \quad . . . . . (34)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2} l\left(\frac{1-x^2}{x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 2A, \quad . . . . . (35)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2} l(1-x^2)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 2A + B, \quad . . . (36)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2} l\left(\frac{1-x}{x^3}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 6A - B, \quad . . (37)$$

$$\int_1 \frac{1}{2}\, l\left(\frac{1-x^4}{x^2}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 6\,A, \ldots\ldots \quad (38)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2}\, l\left(\frac{1-x^4}{x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 6\,A + B, \ldots \quad (39)$$

$$\int_1^\infty l\,(1-x^4)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 6\,A + 2\,B, \ldots \quad (40)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2}\, l\left(\frac{1+x}{1-x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = B, \ldots\ldots\ldots \quad (41)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2}\, l\left(\frac{1+x^2}{1-x^2}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 2\,A; \ldots\ldots \quad (42)$$

terwijl men nog heeft voor de integralen, die in vorm met (20) en (21) overeenkomen, door middel van de substitutie $x = \frac{1}{y}$,

$$\int_1^\infty l\left(\frac{1+x^2}{1+x}\right) \frac{dx}{1+x^2} = \int_0^1 l\left(\frac{1+y^2}{y(1+y)}\right) \frac{dy}{1+y^2} =$$

$$= (3) - (1) - (2) = 3\,A, \ldots\ldots\ldots \quad (43)$$

$$\int_1^\infty \frac{1}{2}\, l\left(\frac{1+x^2}{1-x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = \int_0^1 \frac{1}{2}\, l\left(\frac{1+y^2}{y(1-y)}\right)^2 \frac{dy}{1+y^2} =$$

$$= (3) - (1) - (5) = 3\,A + B \ldots\ldots \quad (44)$$

4. Onder de gevonden integralen, tusschen de grenzen 0 en 1, 1 en ∞, zijn er telkens twee, die denzelfden vorm hebben: deze kan men dus bij elkander tellen, ten einde wederom dezelfde integralen te verkrijgen, nu genomen tusschen de grenzen 0 en ∞. Men vindt alzoo

$$\int_0^\infty lx \frac{dx}{1+x^2} = 0, \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (45)$$

$$\int_0^\infty l(1+x)\frac{dx}{1+x^2} = 2A + B, \ldots \ldots \quad (46)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2} l(1-x)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 2A - B, \ldots \quad (47)$$

$$\int_0^\infty l(1+x^2)\frac{dx}{1+x^2} = 8A, \ldots \ldots \quad (48)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2} l(1-x^2)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 4A, \ldots \ldots \quad (49)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2} l(1-x^4)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 12A, \ldots \ldots \quad (50)$$

$$\int_0^\infty l\left(\frac{1+x}{\sqrt{x}}\right) \frac{dx}{1+x^2} = 2A + B, \ldots \ldots \quad (51)$$

$$\int_0^\infty l\left(\frac{1+x}{x}\right) \frac{dx}{1+x^2} = 2A + B, \ldots \ldots \quad (52)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2} l\left(\frac{1-x}{\sqrt{x}}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 2A - B, \ldots \quad (53)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2} l\left(\frac{1-x}{x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 2A - B, \ldots \quad (54)$$

$$\int_0^\infty l\left(\frac{1+x^2}{x}\right) \frac{dx}{1+x^2} = 8A, \ldots \ldots \quad (55)$$

$$\int_0^\infty l\left(\frac{1+x^2}{x^2}\right) \frac{dx}{1+x^2} = 8A, \ldots \ldots \quad (56)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1-x^2}{x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 4\,\mathrm{A}, \;\ldots\ldots \quad (57)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1-x^2}{x^2}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 4\,\mathrm{A}, \;\ldots\ldots \quad (58)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1-x^4}{x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 12\,\mathrm{A}, \;\ldots \quad (59)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1-x^4}{x^2}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 12\,\mathrm{A}, \;\ldots \quad (60)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1-x^4}{x^3}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 12\,\mathrm{A}, \;\ldots \quad (61)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1-x^4}{x^4}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 12\,\mathrm{A}, \;\ldots \quad (62)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1+x}{1-x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 2\,\mathrm{B}, \;\ldots\ldots \quad (63)$$

$$\int_0^\infty l \left(\frac{1+x^2}{1+x}\right) \frac{dx}{1+x^2} = 6\,\mathrm{A} - \mathrm{B}, \;\ldots \quad (64)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1+x^2}{1-x}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 6\,\mathrm{A} + \mathrm{B}, \;.. \quad (65)$$

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}\, l \left(\frac{1+x^2}{1-x^2}\right)^2 \frac{dx}{1+x^2} = 4\,\mathrm{A} \;\ldots\ldots \quad (66)$$

Dat sommige integralen hier wederom dezelfde waarde verkrijgen, is toe te schrijven aan, en reeds a priori af te leiden uit de waarde van de integraal (45). — Merkwaardig is het, dat hier de integralen, waarin niet de $l(1 \pm x)$ voorkomt, geheel onafhankelijk zijn van de waarde B: het-

geen vroeger bij dezelfde integralen tusschen de grenzen 0 en 1 of 1 en ∞ niet het geval was.

5. Om nu van de integralen in N°. 1, 2 de vormen 1—3, 7, 8, 11, 12, 20 gedeeltelijk te integreren, naar de vruchtbare methode, die door mij werd ontwikkeld in eene verhandeling van Deel II der *Verhandelingen* — heeft men in het algemeen voor eenige functie X van x,

$$\int_0^1 lX \frac{dx}{1+x^2} = lX . Bgtg. x \Big\}_0^1 - \int_0^1 Bgtg. x \frac{D_x X}{X}, \quad . \text{ (I)}$$

eene formule, die aanleiding geeft tot het bepalen van de laatste integraal, zoodra men de waarde van den geintegreerden term tusschen de beide grenzen kan vinden. Voor de bovenste grens $x = 1$ geven de formulen (1) en (20) $\frac{\pi}{4} l 1 = 0$ tot uitkomst, alle overigen $\frac{\pi}{4} l(1 + 1) = 2$ A. Voor de onderste grens $x = 0$ stelle men het produkt voor onder den vorm $\frac{lX}{x^{-1}} . \frac{Bgtg. x}{x}$: de laatste factor heeft nu de eenheid tot grens, zoodat men nog alleen die van den eersten factor te bepalen heeft. Daarvoor is nu, omdat lX bestaat uit de bestanddeelen lx, $l(1 + x)$, $l(1 + x^2)$,

$$\text{Gr. } \frac{lx}{x^{-1}} = \frac{\infty}{\infty}, \text{ dus } = \frac{\frac{1}{x}}{-x^{-2}} = -x = 0, \text{ en verder}$$

$xl(1 + x) = 0 = xl(1 + x^2)$; zoodat die term voor de onderste grens steeds verdwijnt. Men vindt dus uit de formulen 1—3, 8, 12, 20

$$-B = 0 - \int_0^1 Bgtg. x \frac{dx}{x}, \text{ dus } \int_0^1 Bgtg. x \frac{dx}{x} = B; \; . (67)$$

$$A = 2A - \int_0^1 Bgtg. x \frac{dx}{1+x}, \text{ dus } \int_0^1 Bgtg. x \frac{dx}{1+x} = A; (68)$$

$$4A - B = 2A - \int_0^1 Bgtg.x \frac{2x\,dx}{1+x^2},$$

dus $$\int_0^1 Bgtg.x \frac{x\,dx}{1+x^2} = -A + \frac{1}{2}B\,; \ldots\ldots \quad (69)$$

$$A + B = 2A - \int_0^1 Bgtg.x \left(\frac{1}{1+x} - \frac{1}{x}\right) dx,$$

dus $$\int_0^1 Bgtg.x \frac{dx}{(1+x)x} = -A + B; \ldots\ldots \quad (70)$$

$$4A + B = 2A - \int_0^1 Bgtg.x \left(\frac{2x}{1+x^2} - \frac{2}{x}\right) dx,$$

dus $$\int_0^1 Bgtg.x \frac{dx}{(1+x^2)x} = A + \frac{1}{2}B; \ldots\ldots \quad (71)$$

$$3A - B = 0 - \int_0^1 Bgtg.x \left(\frac{2x}{1+x^2} - \frac{1}{1+x}\right) dx,$$

dus $$\int_0^1 Bgtg.x \frac{1-2x-x^2}{(1+x^2)(1+x)} dx = 3A - B \ldots \quad (72)$$

Nog geven de som van (72) en (69), van (72) en (67), en die van het dubbele van (70) met (72) verminderd met (71)

$$\int_0^1 Bgtg.x \frac{1-x}{1+x} \frac{dx}{1+x^2} = 2A - \frac{1}{2}B, \ldots \quad (73)$$

$$\int_0^1 Bgtg.x \frac{1+2x-x^2}{x(1+x)(1+x^2)} dx = 3A, \ldots \quad (74)$$

$$\int_0^1 Bgtg.x \frac{1-x^3}{x(1+x)(1+x^2)} dx = \frac{1}{2}B. \ldots \quad (75)$$

6 Bij de toepassing van dezelfde methode op de overige integralen in N°. 1, 2 blijft het opgemerkte omtrent de waarde van den geintegreerden term bij de onderste grens $x=0$ gelden, daar ook Gr. $xl(1-x)=0$, Gr. $xl(1-x^2)=0$, Gr. $xl(1-x^4)=0$ is voor Gr. $x-0$. Maar bij de bovenste grens $x=1$ verkrijgen alle deze termen den factor $l(1-1)=-\infty$: om dus hier te kunnen slagen, moet de andere factor nul worden, dus hier $Bgtg.x-\frac{\pi}{4}$. Zoodat nu de algemeene formule luidt

$$\int_0^1 lX\frac{dx}{1+x^2}=-\left\{\left(\frac{\pi}{4}-Bgtg.x\right)lX\right\}_0^1+\int_0^1\left(\frac{\pi}{4}-Bgtg.x\right)\frac{D_xX}{X}.\text{(II)}$$

Men zal nu moeten nagaan, wat voor de functien $X=1-x, =1-x^2, =1-x^4$, de waarde van den geintegreerden term wordt bij de grens $x=1$ en daartoe heeft men: $l(1-x)\left\{\frac{\pi}{4}-Bgtg.x\right\}=\infty.0$, dan

$$=\frac{\frac{\pi}{4}-Bgtg.x}{\{l(1-x)\}^{-1}}=\frac{\frac{-1}{1+x^2}}{-\{l(1-x)\}^{-2}\frac{-1}{1-x}}=\frac{-1}{1+x^2}\,\frac{\{l(1-x)\}^2}{(1-x)^{-1}},$$

waarvan de tweede factor $\frac{\infty}{\infty}$ wordt: deze geeft dan

$$\frac{2l(1-x)\frac{-1}{1-x}}{-(1-x)^{-2}(-1)}=-2\frac{l(1-x)}{(1-x)^{-1}}=\frac{\infty}{\infty}, \text{ dan}$$

$$=-2\frac{\frac{-1}{1-x}}{-(1-x)^{-2}(-1)}=2(1-x)=0.$$ Dat dezelfde uitkomst wordt verkregen bij $X=1-x^2, =1-x^4$, is duidelijk. Maar nu kan de nieuwe formule ook alleen op de integralen (4)—(6) worden toegepast, daar bij de anderen, voor de onderste grens, $x=0$, $lX=\infty$ wordt,

zonder dat nu de tweede factor $\left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.x\right)$ te gelijk nul wordt. Eene uitzondering maken slechts de integralen (19), (21), (22), omdat hier voor $x = 0$, de $l\mathrm{X} = l\,1 = 0$ wordt. Derhalve geven (4)—(6), (19), (21) en (22) achtervolgens

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.\,x\right) \frac{x\,dx}{1 - x^2} = -\mathrm{A} + \frac{1}{2}\mathrm{B}, \ldots\ldots \quad (76)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.\,x\right) \frac{dx}{1 - x} = -\mathrm{A} + \mathrm{B}, \ldots\ldots \quad (77)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.\,x\right) \frac{x^3\,dx}{1 - x^4} = -\frac{3}{2}\mathrm{A} + \frac{1}{2}\mathrm{B}, \ldots\ldots \quad (78)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.\,x\right) \frac{dx}{1 - x^2} = \frac{1}{2}\mathrm{B}, \ldots\ldots \quad (79)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.\,x\right) \frac{1 + 2x - x^2}{(1 - x)(1 + x^2)}\,dx = 3\,\mathrm{A}, \ldots \quad (80)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.\,x\right) \frac{x\,dx}{1 - x^4} = \frac{1}{2}\mathrm{A}; \ldots\ldots \quad (81)$$

terwijl nog de halve som van (77) en (80) levert

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.\,x\right) \frac{1 + x}{1 - x} \frac{dx}{1 + x^2} = \mathrm{A} + \frac{1}{2}\mathrm{B} \ldots \quad (82)$$

7. Willen wij deze methode op de integralen van N°. 4 toepassen, zoo hebben wij voor de formule I

$$\int_0^\infty l\mathrm{X} \frac{dx}{1 + x^2} = l\mathrm{X}\,.\,Bgtg.\,x \Big|_0^\infty - \int_0^\infty Bgtg.\,x \frac{\mathrm{D}_x \mathrm{X}}{\mathrm{X}} \quad . \ (\mathrm{III})$$

Wegens de bovenste grens $x = \infty$ worden slechts in de integralen (52), (54), (56), (58), (62), (63), (66), de ge-

integreerde termen niet oneindig groot; terzelfder tijde verkrijgen zij alsdan den factor $l\,1 = 0$, en verdwijnen dientengevolge. Wat betreft de onderste grens $x = 0$, zoo vond men reeds in N°. 5, 6, dat deze den geïntegreerden term in deze integralen telkens deed verdwijnen. Dus wordt hier ook hunne waarde nul, en heeft men, daar de herleiding der functie hier dezelfde is als in N°. 5, 6,

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{dx}{(1+x)x} = 2A + B, \quad \ldots\ldots (83)$$

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{dx}{(1-x)x} = 2A - B, \quad \ldots\ldots (84)$$

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{dx}{(1+x^2)x} = 4A, \quad \ldots\ldots (85)$$

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{dx}{(1-x^2)x} = 2A, \quad \ldots\ldots (86)$$

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{dx}{(1-x^4)x} = 3A, \quad \ldots\ldots (87)$$

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{dx}{1-x^2} = -B, \quad \ldots\ldots (88)$$

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{x\,dx}{1-x^4} = -A; \quad \ldots\ldots (89)$$

terwijl nog het verschil van (85) met (83) en met (84) oplevert

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{1-x}{1+x}\frac{dx}{1+x^2} = 2A - B, \quad \ldots (90)$$

$$\int_0^\infty Bgtg.x \frac{1+x}{1-x}\frac{dx}{1+x^2} = -2A - B \quad .. (91)$$

8. Voor de overige integralen van N°. 4 moet men hier, in plaats van de formule (II) de volgende gebruiken

$$\int_0^\infty lX \frac{dx}{1+x^2} = -lX.Bgcot.x\Big\}_0^\infty + \int_0^\infty Bgcot.x \frac{D_x X}{X}. \text{ (IV)}$$

De geintegreerde term verkrijgt hier, voor de onderste grens $x = 0$, bij de integralen (46)—(50), (63)—(66) van N°. 4 tot factor $l1 = 0$, en verdwijnt dus. Voor de bovenste grens $x = \infty$ geldt hier weder eene dergelijke redenering als in N°. 6, om te bewijzen, dat ook daarvoor de waarde van den geintegreerden term nul wordt. Dat overigens het tusschenliggende geval van ondoorloopendheid (discontinuiteit), voor $x = 1$, hier tot geene verandering in de uitkomst aanleiding geeft, blijkt uit hetgeen men in N°. 5, 6 omtrent den invloed van die grens afleidde. Men vindt alzoo

$$\int_0^\infty Bgcot.x \frac{dx}{1+x} = 2A + B, \quad \ldots\ldots \text{ (92)}$$

$$\int_0^\infty Bgcot.x \frac{dx}{1-x} = -2A + B, \quad \ldots\ldots \text{ (93)}$$

$$\int_0^\infty Bgcot.x \frac{x\,dx}{1+x^2} = 4A, \quad \ldots\ldots \text{ (94)}$$

$$\int_0^\infty Bgcot.x \frac{x\,dx}{1-x^2} = -2A, \quad \ldots\ldots \text{ (95)}$$

$$\int_0^\infty Bgcot.x \frac{x^3\,dx}{1-x^4} = -3A, \quad \ldots\ldots \text{ (96)}$$

$$\int_0^\infty Bgcot.x \frac{dx}{1-x^2} = B, \quad \ldots\ldots \text{ (97)}$$

$$\int_0^\infty Bgcot.\,x \frac{1-2x-x^2}{(1+x)(1+x^2)}dx = -6A+B, \quad (98)$$

$$\int_0^\infty Bgcot.\,x \frac{1+2x-x^2}{(1-x)(1+x^2)}dx = 6A+B, \quad (99)$$

$$\int_0^\infty Bgcot.\,x \frac{xdx}{1-x^4} = A; \quad (100)$$

terwijl nog de halve som van (92) en (98) en die van (93) en (99) geven

$$\int_0^\infty Bgcot.\,x \frac{1-x}{1+x}\frac{dx}{1+x^2} = -2A+B, \quad (101)$$

$$\int_0^\infty Bgcot.\,x \frac{1+x}{1-x}\frac{dx}{1+x^2} = 2A+B. \quad (102)$$

9. Men kan enkele der gevonden cyclometrische integralen nog zoo herleiden, dat zij tot uitkomsten van nieuwen vorm aanleiding geven. Men vindt toch (zie ook *Verh.* VIII. blz. 368)

$$\int_0^1 Bgtg.\,x\,dx = x\,Bgtg.\,x\Big\}_0^1 - \int_0^1 x\frac{dx}{1+x^2} =$$

$$= \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\int_0^1 D_x l(1+x^2) = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}l2. \quad (103)$$

Wanneer men deze aftrekt van (68) en optelt bij (77), komt er

$$\int_0^1 x\,Bgtg.\,x\frac{dx}{1+x} = -A+\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2}l2, \quad (104)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x\,Bgtg.\,x\right)\frac{dx}{1-x} = -A+B+\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2}l2. \quad (105)$$

De som van (68) en (79) geeft

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x\,Bgtg.x\right)\frac{dx}{1-x^2} = A + \frac{1}{2}B \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (106)$$

Nog is het verschil van (69) en (78) en de som van (69) en (81), daar

$$\frac{\pi}{4}\int_0^1 \frac{1-x^3}{(1-x^2)(1+x^2)}dx = \frac{\pi}{4}\int_0^1 \frac{1+x+x^2}{(1+x)(1+x^2)}dx =$$

$$= \frac{\pi}{8}\int_0^1 \left(\frac{1}{1+x} + \frac{1+x}{1+x^2}\right)dx = \frac{3\pi}{16}l2 + \frac{\pi^2}{32} = \frac{3}{2}A + \frac{\pi^2}{32}, \;.\;(d)$$

$$\frac{\pi}{4}\int_0^1 \frac{1-x}{(1-x^2)(1+x^2)}dx = \frac{\pi}{4}\int_0^1 \frac{1}{(1+x)(1+x^2)}dx =$$

$$= \frac{\pi}{8}\int_0^1 \left(\frac{1}{1+x} + \frac{1-x}{1+x^2}\right)dx = \frac{\pi}{16}l2 + \frac{\pi^2}{32} = \frac{1}{2}A + \frac{\pi^2}{32}, \;.\;(e)$$

is,

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x\,Bgtg.x\right)\frac{dx}{1-x^4} = A + \frac{\pi^2}{32}, \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (107)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x^3\,Bgtg.x\right)\frac{dx}{1-x^4} = \frac{1}{2}B + \frac{\pi^2}{32} \;.\;.\;.\;.\;.\; (108)$$

Verder is, even als boven,

$$\int_0^1 x\,Bgtg.x\,dx = \frac{1}{2}x^2\,Bgtg.x\Big\}_0^1 - \frac{1}{2}\int_0^1 x^2\frac{dx}{1+x^2} =$$

$$= \frac{1}{2}\frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\int_0^1 \left\{1 - \frac{1}{1+x^2}\right\}dx = \frac{\pi}{8} - \frac{1}{2}\left(1 - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} \;.\; (109)$$

Deze verminderd met (69) geeft

$$\int_0^1 x^3\,Bgtg.x\frac{dx}{1+x^2} = A - \frac{1}{2}B + \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\;;\;.\;.\;.\;.\; (110)$$

en opgeteld bij (76) en (81) nog, daar behalve (e) nog

$$\frac{\pi}{4}\int_0^1 \frac{1-x}{1-x^2}dx = \frac{\pi}{4} l2 = 2A \; \ldots\ldots (f)$$

geldt

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x^3 \, Bgtg.x\right)\frac{dx}{1-x^2} = A + \frac{1}{2}B + \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}, \; . \; (111)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x^5 \, Bgtg.x\right)\frac{dx}{1-x^4} = A + \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} + \frac{\pi^2}{32}. \; . \; (112)$$

Ten einde (104) met de overigen te kunnen verbinden, stelle men daarvoor

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x \, Bgtg.x\right)\frac{dx}{1+x} = \frac{\pi}{4} l2 - \left\{-A + \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} l2\right\} =$$

$$= 3A + \frac{1}{2} l2 - \frac{\pi}{4}; \; \ldots\ldots (104^a)$$

en nu heeft men voor het verschil met (105)

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x \, Bgtg.x\right)\frac{x dx}{1-x^2} = -2A + \frac{1}{2}B + \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} l2. \; . \; . \; (113)$$

Den overeenkomstigen vorm vindt men gemakkelijk aldus

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - x \, Bgtg.x\right)\frac{x dx}{1+x^2} = \frac{\pi}{4}\int_0^1 \frac{1}{2} D_x.l(1+x^2) -$$

$$-\int_0^1 Bgtg.x \frac{x^2 dx}{1+x^2} = \frac{\pi}{8} l2 - \int_0^1 Bgtg.x\left(1 - \frac{1}{1+x^2}\right)dx,$$

of naar (103)

$$= A - \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} l2 + \frac{1}{2}\int_0^1 D_x(Bgtg x)^2 = A - \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} l2 + \frac{1}{32}\pi^2 \; . \; (114)$$

Door de som en het verschil van (113) en (114) verkrijgt men eindelijk

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.x\right)\frac{xdx}{1-x^4} = -\frac{1}{2}A + \frac{1}{4}B + \frac{1}{64}\pi^2, . (115)$$

$$\int_0^1 \left(\frac{\pi}{4} - Bgtg.x\right)\frac{x^3dx}{1-x^4} = -\frac{3}{2}A + \frac{1}{4}B + \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}l2 - \frac{1}{64}\pi^2 . (116)$$

Het verdient opmerking, hoe hier telkens bij integralen van soortgelijken vorm nieuwe standvastigen te voorschijn treden. (81) hangt alleen af van A; in (78) komt de B daarbij; in (107) en (108) komt er bij de B of A nog $\frac{\pi^2}{32}$; in (112) nog $\frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}$, en in (115), (116) eindelijk $\frac{1}{4}\,l2$.

Dergelijke herleidingen toe te passen op de integralen van N°. 7 en 8 gaat niet aan, omdat, zoo als spoedig blijkt, $\int_0^\infty Bgtg.xdx$ niet in eindigen vorm te bepalen is.

10. Op deze integralen kan men nu weder de methode van gedeeltelijk integreren toepassen, hier niet in den vorm van de vergelijkingen (I) tot (IV), maar, omdat $D_x.l(1 \pm x^a) = \frac{\pm ax^{a-1}}{1 \pm x^a} dx$ is, door middel van de volgende formulen

$$\int_0^1 f(x)\frac{dx}{1 \pm x} = \pm f(x)\,l(1 \pm x)\Big\}_0^1 \mp \int_0^1 l(1 \pm x)f'(x)\,dx, . (V)$$

$$\int_0^1 f(x)\frac{xdx}{1 \pm x^2} = \pm\frac{1}{2}f(x)l(1 \pm x^2)\Big\}_0^1 \mp \frac{1}{2}\int_0^1 l(1 \pm x^2)f'(x)dx, . (VI)$$

$$\int_0^1 f(x)\frac{x^3\,dx}{1-x^4} = -\frac{1}{4}f(x)l(1-x^4)\Big\}_0^1 + \frac{1}{4}\int_0^1 l(1-x^4)f'(x)dx; (VII)$$

waarbij het nu vooral aankomt op de waarde van de geïntegreerde functie tusschen de grenzen 0 en 1. Voor de

onderste grens $x=0$ wordt in de integralen van N°. 9 overal $f(x)$ nul of $\frac{\pi}{4}$; de andere factor wordt daarvoor $l\,1=0$; dus verdwijnt die term altijd bij die grens. Wat de bovenste grens betreft, moet men twee gevallen onderscheiden, naarmate het bovenste of het onderste teeken voorkomt. Bij het bovenste teeken wordt de logarithmische factor steeds $l\,2$, en de andere wordt nul, behalve in (104) en (110), waar deze $\frac{\pi}{4}$ wordt; in beide laatste gevallen verkrijgt dan de geintegreerde term de waarde $\frac{\pi}{4}l2$ of $2\,A$, in alle overige verdwijnt hij. Bij het onderste teeken komen er dezelfde produkten, die mede in N°. 6 onderzocht zijn, en waarvoor wij daar de waarde nul vonden.

Derhalve geven de uitkomsten (104), (105), (113), (114), (116) achtervolgens

$$\int_0^1 l(1+x)\left(Bgtg.x+\frac{x}{1+x^2}\right)dx=3A-\frac{\pi}{4}+\frac{1}{2}l2,\ldots (117)$$

$$\int_0^1 l(1-x)\left(Bgtg.x+\frac{x}{1+x^2}\right)dx=A-B-\frac{\pi}{4}+\frac{1}{2}l2,\ldots (118)$$

$$\int_0^1 l(1-x^2)\left(Bgtg.x+\frac{x}{1+x^2}\right)dx=4A-B-\frac{\pi}{2}+l2,\ldots (119)$$

$$\int_0^1 l(1+x^2)\left(Bgtg.x+\frac{x}{1+x^2}\right)dx=2A-\frac{\pi}{2}+l2+\frac{1}{16}\pi^2,\ldots (120)$$

$$\int_0^1 l(1-x^4)\left(Bgtg.x+\frac{x}{1+x^2}\right)dx=$$
$$=6A-B-\pi+2\,l2+\frac{1}{16}\pi^2\ldots (121)$$

Deze formulen leveren dus eigenlijk slechts verbindingen

van twee bepaalde integralen van geheel verschillenden vorm en zijn voor alsnog niet te splitsen, omdat iedere integraal op zich zelve niet bekend is. Eene uitzondering maakt (120), men heeft toch:

$$\int_0^1 l(1+x^2)\frac{x\,dx}{1+x^2}=\frac{1}{4}\int_0^1 D_x.\{l(1+x^2)\}^2=\frac{1}{4}(l2)^2,\ldots(122)$$

en daarmede geeft (120)

$$\int_0^1 l(1+x^2).Bgtg.x\,dx=2A-\frac{\pi}{2}+l2+\frac{1}{16}\pi^2-\frac{1}{4}(l2)^2.(123)$$

Men leidt ook nog van (110) de volgende af

$$A-\frac{1}{2}B+\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2}=\frac{1}{2}\int_0^1 x^3.D_x.(Bgtg.x)^2=\frac{1}{2}x^3(Bgtg.x)^2\Big\}_0^1-$$

$$-\frac{1}{2}\int_0^1(Bgtg.x)^2.3x^2dx=\frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{4}\right)^2-\frac{3}{2}\int_0^1(Bgtg.x)^2x^2\,dx,$$

dus

$$\int_0^1(Bgtg.x)^2x^2\,dx=\frac{1}{3}\left(-2A+B+1-\frac{\pi}{2}+\frac{1}{16}\pi^2\right).(124)$$

Zulke, schijnbaar althans, geheel onregelmatige uitzonderingen worden in de theorie der bepaalde integralen ook elders aangetroffen.

11. Voorts heeft men nog $D.l\left(\frac{1+x}{1-x}\right)=\frac{2\,dx}{1-x^2}, D.l\left(\frac{1+x^2}{1-x^2}\right)$ $=\frac{4\,x\,dx}{1-x^4}$, en hiermede de formulen

$$\int_0^1 f(x)\frac{dx}{1-x^2}=\frac{1}{2}f(x)\,l\left(\frac{1+x}{1-x}\right)\Big\}_0^1-\frac{1}{2}\int_0^1 l\left(\frac{1+x}{1-x}\right)f'(x)dx,.(\text{VIII})$$

$$\int_0^1 f(x)\frac{x\,dx}{1-x^4}=\frac{1}{4}f(x)\,l\left(\frac{1+x^2}{1-x^2}\right)\Big\}_0^1-\frac{1}{4}\int_0^1 l\left(\frac{1+x^2}{1-x^2}\right)f'(x)dx,.(\text{IX})$$

die men nu op de overeenkomstige integralen van N°. 9 kan toepassen.

Ten aanzien van den geintegreerden term heeft men ook hier, voor de onderste grens $x = 0$, den factor $l\,1 = 0$, terwijl de andere factor $\frac{\pi}{4}$ wordt, zoodat alsdan de term voor $x = 0$ verdwijnt. Bij de bovenste grens $x = 1$ is reeds in N°. 6 aangetoond, dat ook dan de waarde van den geintegreerden term nul is, derhalve verdwijnt die hier geheel. Men leidt dan uit (106), (111), (115) af

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x}{1-x}\right)\left(Bgtg.\,x + \frac{x}{1+x^2}\right)dx = 2\,A + B,\,.\,.\,(125)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x}{1-x}\right)\left(3x^2\,Bgtg.\,x + \frac{x^3}{1+x^2}\right)dx = 2A + B + \frac{\pi}{2} - 1,\,(126)$$

$$\int_0^1 l\left(\frac{1+x^2}{1-x^2}\right)\left(Bgtg.\,x + \frac{x}{1+x^2}\right)dx = -2A + B + \frac{1}{16}\pi^2;\ (127)$$

wederom alle verbindingen van twee integralen van geheel verschillenden vorm, waarvan er geene op zich zelve bekend is. De beide belangrijke vormen (123), (124) vergoeden evenwel ruimschoots de mindere eenvoudigheid van de overige uitkomsten in N°. 10, 11.

12. Van het hier behandelde stel integralen, dat grootendeels in de *Nouvelles Tables d'intégrales définies* is opgenomen, komen de formulen 1—3, 45, 48, 67—69, 71, 85, 86, 94—96 reeds voor in de oude *Tables*, Deel IV, en de formulen 7, 8, 21, 22, 46, 51 nog in de *Exposé* etc. (zie blz. 2, 322, 465, 474, 534, 604 enz.), Deel VIII der *Verhandelingen*.

De voorname reden, waarom deze integralen thans hier in onderling verband zijn voorgesteld, lag daarin, dat hare belangrijkheid grootelijks is toegenomen, sedert de fran-

sche wiskundige E. CATALAN de waarde der standvastige B = 0.91596 55941 7721 heeft bepaald in eene verhandeling, die hij 10 October ll. aan de Académie des Sciences te Parijs heeft aangeboden (zie *Comptes Rendus* 10 Oct. 1864, page 618—620). Onder de bepaalde integralen, daar aangegeven, komt hier alleen de 6de, de 11de, die eigenlijk niet tot dit stel behoort, (zie *Verh.* VIII, 268) en de laatste niet voor: de overigen in form. 46, 8, 70, 69, 3, 75, 71, 106, 105, 83, 19, 5.

EENIGE OPMERKINGEN,

BETREFFENDE EENE

NIEUWE OPLOSSING VAN HET VRAAGSTUK

DER

LENGTE-BEPALING OP ZEE.

DOOR

P. M. BRUTEL DE LA RIVIÈRE.

De *Compte rendu* van Maart j.l., N°. 10, bevat eene mededeeling van FAYE, die tot onderwerp heeft eene door LITTROW gegevene nieuwe oplossing — als men het zoo noemen mag — van het vraagstuk der lengte-bepaling op zee. Dat gemeld stuk mijne aandacht trok, te meer, daar het bleek afkomstig te zijn van den Directeur der Weener-sterrewacht, vergezeld ging van eene aanbeveling van FAYE, en de Fransche Akademie daarvoor eene buitengewone ruimte in hare verslagen had beschikbaar gesteld, zal wel niemand verwonderen. Mijne verwachting werd evenwel, toen ik van den inhoud kennis nam, zeer teleurgesteld. Ik heb daarin niets gevonden, dat men niet reeds sedert lang weet; niets, waardoor in eene gevoelde behoefte wordt voorzien, noch door de verbetering der bestaande hulpmiddelen, noch door de aanvulling van eene hinderlijke leegte.

Ik heb echter gemeend, dat het onderwerp belangrijk

genoeg was, in aanmerking nemende het gezag, dat de naam van den schrijver aan zijn werk verschaft, om het in deze Vergadering ter sprake te brengen; de gronden aan te geven, waarop ik gewaagd heb van de genoemde Heeren in gevoelen te verschillen, en tegenover den ophef, waarmede door FAYE de nieuwe methode wordt voorgedragen en aanbevolen, mijne bescheidene meening te stellen: dat zij niet nieuw en van weinig of geen waarde voor de zeevaart is.

De lengte-bepaling op zee, vroeger uitsluitend beperkt tot het meten van afstanden tot de maan, is tegenwoordig, door den hoogen trap van volkomenheid, dien men in de vervaardiging van de tijdmeters bereikt heeft, veel vereenvoudigd geworden. Eene juiste bepaling van den tijd aan boord is al hetgeen er vereischt wordt, om tot het beoogde doel te geraken.

Het vinden nu van den tijd aan boord behoort, zoo als bekend is, tot de eenvoudigste waarnemingen, die van den zeeman gevorderd worden. De berekening van den uurhoek, met behulp der gemetene hoogte van het hemelligchaam, is noch langwijlig, noch lastig; deze levert alzoo evenmin eenig bezwaar op.

Wel is waar gaat het meten der hoogte, vooral als het op den schijnbaren horizon moet geschieden, van eigenaardige zwarigheden vergezeld, die de onvermijdelijke gevolgen zijn van de onzuiverheid der kim, de onzekerheid der straalbuiging enz., waardoor de uitkomst, die men verkrijgt, zelve onzeker wordt, en de te bereiken naauwkeurigheid hare grenzen zal hebben. Doch, zoolang men zich niet vermag los te maken van de waarneming op de kim, levert eene nieuwe methode, althans in dat opzigt, geen voordeel op.

De fouten, die onwillekeurig der waarneming aankleven,

tracht men, zooveel mogelijk, onschadelijk te maken: 1°. door het aantal der waarnemingen te vermenigvuldigen; 2°. door den tijd der waarneming zoodanig te kiezen, dat de schadelijke invloed der fouten tot een minimum wordt gereduceerd.

Voor den uurhoek is dat het geval, als het hemelligchaam zich in of nabij de eerste verticaal bevindt. Een tijdstip dat, althans met betrekking tot de zon en tot de sterren vooral, die gedurende de schemering aan de genoemde voorwaarde voldoen, over het algemeen, als gunstig mag aangemerkt worden. Daarin toch komen de gevoelens vrij wel overeen, en Dr. BRINKLEY spreekt het zelfs ergens uit, dat de waarnemingen, gedurende de morgen- en avondschemering, wanneer de sterren goed zigtbaar zijn en de kim reeds of nog duidelijk afgescheiden is, naauwkeurig en gemakkelijk kunnen worden volbragt. Wij zullen daarlaten, of zij, door de zeelieden in het algemeen, op den waren prijs gesteld worden.

'sMorgens en 's avonds, alsmede gedurende den nacht, bij een helderen hemel, zal men alzoo in de gelegenheid zijn, waarnemingen, tot het meer genoemde doel, te volbrengen. Gedurende den dag evenwel is men daarvan verstoken.

Het is in dit gemis, dat LITTROW, meer bepaaldelijk, wenscht te voorzien. Afgescheiden van de vraag: in hoeverre daaraan eene wezenlijke behoefte bestaat, hetgeen wij straks zullen overwegen, willen wij thans nagaan, in hoeverre de schrijver daarin, naar onze meening, geslaagd is.

In de eerste regelen van zijn opstel, spreekt FAYE het door LITTROW beoogde doel uit, namelijk: de gelegenheid open te stellen tot gelijktijdige lengte- en breedte-bepaling.

Het middel daartoe vindt hij, in het meten van twee zonshoogten, of het opmaken daarvan uit reeksen van hoogten van dat hemelligchaam, genomen kort vóór of ná den

doorgang door den meridiaan. De uurhoek, behoorende tot een der twee genoemde hoogten, wordt daarna berekend met behulp van de bekende formule, afgeleid door de verbinding van de elementen der pooldriehoeken voor de beide hoogten:

$$(1) \ldots\ldots Sin. \tfrac{1}{2} (P + P') = \frac{Sin. \tfrac{1}{2} (h'-h) \; Cos. \tfrac{1}{2} (h' + h)}{Sin. \tfrac{1}{2} (P-P') \; Cos. \varphi \; Cos. \delta};$$

daarin zijn h en h' de gemetene en gecorrigeerde hoogten; P en P′ de daarmede overeenstemmende uurhoeken; φ de breedte; en δ de gemiddelde declinatie.

Werkelijk komt alzoo het nieuwe der methode, in de hoofdzaak, hierop neder, dat men den uurhoek tracht te vinden op een tijdstip, dat daartoe als zeer ongunstig bekend staat; in plaats van, zoo als gewoonlijk, het daarvoor gunstige oogenblik te kiezen.

Stapt men echter over die zwarigheid heen, dan kan men hetzelfde doel geschikter, langs een korteren, althans langs een meer gemakkelijken en beteren weg benaderen.

De kortste weg zou voorzeker zijn, dat men, op het oogenblik van den waren middag, de aanwijzing van den tijdmeter opteekende, en met deze en de tijdvereffening de lengte berekende; dan had men lengte en breedte voor juist hetzelfde oogenblik. Deze handelwijze evenwel, zou ontegenzeggelijk tot eene hoogst onzekere plaatsbepaling leiden, uithoofde van de onbestemdheid van het oogenblik, waarop de zon hare grootste hoogte bereikt; iedereen toch, die aan boord bekend is, weet, dat er onder de verschillende waarnemers, die gewoonlijk aan het bepalen der middagbreedte deelnemen, niet altijd volkomene overeenstemming ten opzigte van dat tijdstip bestaat.

Men zou daarenboven de opmerking kunnen maken, dat de meridiaanshoogte niet altijd de grootste hoogte is. Doch dit behoeft hier, naar mijn inzien, zelfs geen punt van overweging uit te maken. Vooreerst: omdat de verandering

in declinatie, hoogstens 1″ in 1^{m} tijds, reeds onbeduidend is; ten andere: uithoofde de onnaauwkeurigheid, die men daardoor begaat, vooral op hooge breedte in aanmerking zou kunnen komen, wanneer de methode, ook om andere redenen, zoo als later blijken zal, volstrekt geen vertrouwen meer verdient; en eindelijk, omdat er, zoo als FAYE zelf zegt, niet meer verlangd wordt, dan de lengte *op eenige mijlen na* te kennen.

Maar, waarom niet de middaghoogte in de lengte-bepaling opgenomen, en haar met eene tweede hoogte verbonden? Gemakkelijker is het zeker, en de waarde van de uitkomst wordt er niet door verminderd; integendeel verbeterd.

De uitdrukking, waarvan men zich, in dat geval, tot de berekening zal kunnen bedienen, is:

$$(2) \quad \ldots \; Sin. \tfrac{1}{2} P = \sqrt{\frac{Sin. \tfrac{1}{2} (H - h) . Cos. \tfrac{1}{2} (H + h)}{Cos. \varphi \; Cos. \delta}} ;$$

waarin H de middaghoogte voorstelt; P den uurhoek, overeenstemmende met de tweede hoogte h: terwijl φ en δ dezelfde beteekenis hebben als in de voorgaande formule (1).

De factor *Sin.* $\tfrac{1}{2}$ (P—P′) der eerste uitdrukking komt, zoo als men ziet, niet meer in de laatste voor, en is ook door geen anderen vervangen geworden. De altijd mogelijke onnaauwkeurigheid, ten gevolge van eene fout in het tijdverloop tusschen de waarnemingen, aangenomen, dat zij verdient in overweging genomen te worden, valt mitsdien hier geheel weg. De kennis van het juiste tijdstip, waarop de middag invalt, is hier geen volstrekt vereischte, aangezien men den tijd aan boord opmaakt tijdens de kleinere hoogte, en dus voor een oogenblik, waarvoor men de gelijktijdige aanwijzing des tijdmeters heeft opgeteekend; waardoor men alzoo de gegevens bezit tot de lengte-bepaling kort vóór den middag, even als in het voor-

gaande, en zelfs nader bij den middag, dan in het genoemde geval.

In dat opzigt levert dus de voorgestelde wijziging geen bezwaar op. De aanwijzing des tijdmeters, tijdens de waarneming der eerste hoogte, is niet minder naauwkeurig, dan in het voorgaande geval; dus ook daarin bestaat geen bezwaar. Wij zullen dus ons oordeel verder moeten gronden op den invloed, dien de onwillekeurige fouten zullen hebben, en deze alzoo in de eerste plaats moeten nagaan.

Als men formule (1) differentiëert ten opzigte van $\frac{1}{2}(P + P')$, $\frac{1}{2}(h'-h)$, $\frac{1}{2}(h' + h)$ en φ, dan zal men vinden, na eene korte herleiding, voor de fout in de lengte, daar de fout in de halve som der uurhoeken daarop geheel overgaat:

$$(3) \;.\;.\; \partial L = \frac{Tang.\,\frac{1}{2}(P + P')}{Tang.\,\frac{1}{2}(h' - h)}\,\partial \tfrac{1}{2}(h' - h) - \frac{Tang.\,\frac{1}{2}(P + P')}{Cotg.\,\frac{1}{2}(h' + h)}\,\partial \tfrac{1}{2}(h' + h) + \frac{Tang.\,\frac{1}{2}(P + P')}{Cotg.\,\varphi}\,\partial \varphi.$$

Eene dergelijke uitdrukking verkrijgt men ook, als men formule (2) op gelijke wijze behandelt; alleen wordt daarin $Tang\,\frac{1}{2}(P + P')$ vervangen door $Tang\,\frac{1}{2}P$, en h' door H; zoodat zij zal zijn:

$$(4) \,.\, \partial L = \frac{Tang\,\frac{1}{2}P}{Tang.\,\frac{1}{2}(H - h)} - \frac{Tang.\,\frac{1}{2}P}{Cotg.\,\frac{1}{2}(H + h)} + \frac{Tang\,\frac{1}{2}P}{Cotg.\,\varphi}\,\partial \varphi.$$

De laatste term is van weinig beteekenis, althans als men zich niet op zeer hooge breedte bevindt; buitendien mag men het er voor houden, in aanmerking nemende den tijd, waarop de waarneming plaats heeft, dat $\partial\varphi$ zelve gering zal zijn.

De twee eerste termen zullen wij aan een gemeenschappelijk onderzoek onderwerpen; hetgeen hier gevoegelijk kan

geschieden, uithoofde van hunne overeenkomst; terwijl zij bovendien met verschillende teekens zijn aangedaan, zoodat de eerste, die van overwegenden invloed is, door den laatsten verminderd wordt. Wij zullen ze vooraf nog eene herleiding doen ondergaan, en schrijven ze onder de gedaante:

$$(5)\ldots \frac{1}{2}\,\frac{(Cos.h + Cos.h')\partial\frac{1}{2}(h' - h) - (Cos.h - Cos.h')\partial\frac{1}{2}(h' + h)}{Sin.\frac{1}{2}(P - P')\,Cos.\frac{1}{2}(P + P')\,Cos.\varphi\,Cos.\delta}.$$

Blijkbaar zal bij groote hoogten de onnaauwkeurigheid geringer zijn, dan bij kleine; doch in de regeling daarvan is men geen meester, dan in zooverre, dat men in de gevallen, dat de hoogten klein zijn, zich niet van de methode bedient. Daarentegen zal men den factor $Sin.\frac{1}{2}(P - P')$ kunnen vergrooten, door het tijdverloop tusschen de waarnemingen grooter te nemen. Doch, zal het wat te beduiden hebben, dan moet het verloop in eene vrij sterke verhouding grooter genomen worden. Daartegenover staat evenwel een ander bezwaar, namelijk: dat men de plaatsverandering in de berekening behoort op te nemen; en dientengevolge eene nieuwe oorzaak van onnaauwkeurigheid, althans van onzekerheid, invoert; zoodat de vraag overblijft, of de winst, aan de eene zijde, wel tegen het verlies, aan de andere, zal opwegen.

Bovendien valt hierbij op te merken, dat het vergrooten van $Sin.\frac{1}{2}(P - P')$ moet verkregen worden, door den uurhoek P', die het naast aan den middag valt, kleiner te nemen; niet door aan P eene grootere waarde te geven. Want, daar $\frac{1}{2}(P + P') < 90^\circ$ is, zal $Cos\ \frac{1}{2}(P + P')$ grooter worden, als P' kleiner wordt; daarentegen kleiner, als men de eerste hoogte verder van den middag af neemt. Uit deze overweging blijkt alzoo, dat het voordeel zal opleveren, als men de middaghoogte zelve aan de lengtebepaling dienstbaar maakt.

Behandelt men de formule (4) eveneens als (3), toen wij

haar den vorm van (5) gegeven hebben, dan zal men de volgende uitdrukking verkrijgen:

$$(6)\,..\,\frac{(Cos.h+Cos.H)\partial\frac{1}{2}(H-h)-(Cos.h-Cos.H)\partial\frac{1}{2}(H+h)}{Sin.\,P\;Cos.\,\varphi\;Cos.\,\delta}.$$

De gevolgtrekkingen, waartoe deze laatste aanleiding geeft, zullen voorzeker niet ongunstiger zijn, dan die uit formule (5) zijn te halen; hetgeen, bij de onderlinge vergelijking, terstond in het oog valt; want, als h, de eerste hoogte, in de beide gevallen even groot is en even ver van den middag valt, zal men hebben: $(Cos.\,h + Cos.\,H) < (Cos.\,h + Cos.\,h')$; $(Cos.\,h - Cos.\,H) > (Cos.\,h - Cos.\,h')$; en $Sin.\,P > 2\,Sin.\,\frac{1}{2}(P - P')\,Cos.\,\frac{1}{2}(P + P')$. Voor het overige bestaat er geen verschil tusschen beide.

Het mag hier niet onopgemerkt blijven, dat de gunstige omstandigheden voor de tijdbepaling, als de breedte en declinatie gelijknamig zijn, digter in de nabijheid van den doorgang zullen vallen, naarmate declinatie en breedte minder van elkander verschillen.

Faye heeft bij voorkeur die gevallen gekozen, om de bruikbaarheid der methode aan te toonen; zoo als blijkt uit de volgende opgaven:

Breedte	20°	N.	Declinatie	10°,5	N.
"	12°	N.	"	9°	N.
"	34°	Z.	"	3°	N.

Op de laatst aangehaalde is de bovenstaande opmerking wel is waar niet van toepassing; doch, het blijkt dan ook, dat terwijl de uitkomsten, door verschillende combinaties der gemetene hoogten verkregen, in het tweede geval tot in tiende-deelen van seconden overeenstemmen, zij in het derde 8sec. uit elkander loopen.

Eindelijk, moet ik aan het voorgaande nog toevoegen, dat men niet uit het oog moet verliezen, dat, in het al-

gemeen, de omstandigheden, die gunstig blijken te zijn voor de bepaling van den tijd, minder geschikt zijn tot de breedte-bepaling; zoodat, als de omstandigheden gemiddeld zoo gunstig mogelijk zijn, nog slechts, in beide opzigten, middelmatige uitkomsten zullen verkregen worden.

In de eerste der door FAYE aangehaalde toepassingen zijn de gegevens als volgt aangenomen:

25 Augustus 1864.

Aanw. tijdmeter (Parijs)	$t = 3^u 31^m 45^s$	Gecor. h	$= 78^\circ\ 8'19''$
" " "	$t' = 3^u 46^m 45^s$	" h'	$= 79^\circ 52'49''$
$\frac{1}{2}(P-P') = \frac{1}{2}(t'-t)$	$= 0^u 7^m 30^s$	$\frac{1}{2}(h'-h)$	$= 0^\circ 53'15''$
$\frac{1}{2}(t+t')$	$= 3^u 39^m 15^s$	$\frac{1}{2}(h'+h)$	$= 78^\circ 59'34''$

$\varphi = 20^\circ$ N. $\delta = 10^\circ\ 33'$ N.

Log. sin. $\frac{1}{2}(h'-h)$	$= 8,19000$	W. tijd. a. b	$23^u 37^m 33^s$
Log. cos. $\frac{1}{2}(h'+h)$	$= 9,28088$	Tijdvereff. +	1 45
Log. cosec. $\frac{1}{2}(P-P')$	$= 1,48520$	M. tijd. a. b	23 39 18
Log. sec. φ	$= 0,02701$	M. tijd. Parijs	3 39 15
Log. sec. δ	$= 0,00740$	W. L. in tijd.	$3^u 59^m 57^s$
Log. sin. $\frac{1}{2}(P+P')$	$= 8.99049$		
$\frac{1}{2}(P+P')$	$= 0^u 22^m 27^s$		

Berekent men de uitkomst met behulp van de gewijzigde formule (2), na alvorens de middaghoogte $H = 80^\circ\ 32'\ 26''$ te hebben ingevoerd, dan komt de bewerking aldus te staan:

Log. sin. $\frac{1}{2}(H-h)$	$= 8,327361$	W. tijd. a. b.	$23^u 30^m 3^s,32$
Log. cos. $\frac{1}{2}(H+h)$	$= 9,267814$	Tijdvereff. +	1 45
Log. sec. φ	$= 0,027014$	M. tijd. a. b.	23 31 48,32
Log. sec. δ	$= 0,007404$	M. tijd Parijs.	3 31 45,00
	17,629593	W. L. in tijd.	$3^u 59^m 56^s,68$
Log. sin. $\frac{1}{2}P^2)$	$= 8,814797$		
$\frac{1}{2}P$	$= 0^u 14^m 58^s,34$		
P	$= 0^u 29^m 56^s,68$		

De beide uitkomsten leveren, zoo als trouwens te verwachten was, geen verschil op. In de bewerking, merkt men op, wat de beknoptheid aangaat, eenig ofschoon geen noemenswaardig verschil. Doch, maakt men, met de gegevens, die boven aangenomen zijn, voor de beide formulen de differentiaalvergelijkingen op, dan wordt het verschil belangrijker. Die vergelijkingen zijn:

Volgens (3):

(7). $\partial L = 0'',422 \partial \frac{1}{2}(h'-h) - 0'',034 \partial \frac{1}{2}(h'+h) + 0'',0024 \partial \varphi$.

Volgens (4):

(8). $\partial L = 0'',205 \partial \frac{1}{2}(H-h) - 0'',023 \partial \frac{1}{2}(H+h) + 0'',0016 \partial \varphi$.

Berekent men daarmede de waarschijnlijke fout, gelijk in de. *Compte rendu* voor de eerste formule is geschied, stellende: $\partial \frac{1}{2}(h'+h) = 1'$; $\partial \frac{1}{2}(h'-h) = 6'',5$; $\partial \varphi = 10'$; dan vindt men: met de eene $\partial L = \pm 3,70$; met de andere, $\partial L = \pm 1^s,82$.

Geen van de twee uitkomsten is dadelijk te verwerpen; toch is het verschil onderling vrij belangrijk. Doch, welk eene waarde is daaraan te hechten; kunnen zij iets met betrekking tot de deugdelijkheid der methode bewijzen? Wij willen het onderzoeken.

Wat beteekent eene onzekerheid van $6'',5$, en dat op zee, voor $\partial \frac{1}{2}(h'-h)$, met andere woorden, voor den term, die, zoo als wij gezien hebben, is gebleken van overwegenden invloed te zijn. Voor een goed observateur is moeijelijk de fout zoo gering te stellen; en wat zal het dan zijn in het algemeen! Op die wijze valt het ligt de waarschijnlijke fout tot een gering bedrag te reduceren. Daarentegen wordt voor de fout in de breedte 10′ aangenomen; een bedrag dat volstrekt niet noodig, doch tevens vrij onverschillig is, in aanmerking genomen de factor, waarmede $\partial \varphi$ is aangedaan, zoodat het weinig of niets ter zake doet,

tot de beoordeeling der methode. Stelt men voor $\partial \frac{1}{2}(h' - h)$ 20″ en 30″, hetgeen niet zoo buitensporig is te noemen, vermits de fouten in de gemetene hoogten zoowel in denzelfden, als in den tegenovergestelden zin kunnen vallen, dan klimt de onzekerheid in de lengte, die men verkrijgt, tot 18^s en 26^s; hetgeen nog al aanmerkelijk van het eerst verkregen resultaat afwijkt, en gewis niet tot aanbeveling van de voorgestelde methode strekt.

Wij zullen hierbij dit gedeelte van ons onderzoek laten rusten. De billijkheid echter eischt, dat wij er bijvoegen, dat ook FAYE zich de onvolkomenheden, die het door hem aanbevolen hulpmiddel aankleven, niet, althans niet geheel, ontveinst. Integendeel, hij staaft ze zelfs; en dit door eene toepassing aan te halen, waarbij de omstandigheden zoodanig zijn aangenomen, dat de methode zich in een ongunstiger daglicht vertoont. Doch, hij hecht aan de bezwaren, die niet zijn weg te cijferen, niet het gewigt, dat zij werkelijk bezitten. Zijne ingenomenheid, met de voor het vraagstuk gevondene oplossing, doet hem over de hinderpalen, die der aanwending in het algemeen, en op zee meer bijzonder, in den weg staan, heenstappen. Werkelijk, als men zijne aanbeveling leest, is men geneigd te meenen, dat er iets uitnemends aan het licht is gebragt. Daarentegen moet gezegd worden, gelijk reeds vroeger is geschied, dat hij zijne eischen niet hoog, maar zich met de kennis der lengte *à quelques milles près* tevreden stelt.

Nog een ander punt wenschen wij kortelijk na te gaan. Wij hebben ons namelijk, na het voorafgaande wel overwogen te hebben, de vragen voorgesteld: waarin eigenlijk het nut der aangegevene methode bestaat; en waarin hare hooge belangrijkheid gelegen is.

Eene methode tot plaatsbepaling kan dan alleen waarde hebben in de praktijk, als daardoor in eene bestaande be-

hoefte voorzien wordt, hetzij door eene leemte aan te vullen; hetzij door minder naauwkeurige hulpmiddelen, andere, die een hoogeren graad van naauwkeurigheid bezitten, in de plaats te stellen; hetzij eindelijk, door, zonder aan de naauwkeurigheid te schaden, langs een korteren weg tot het beoogde doel te voeren. Het komt ons voor dat de methode aan geen der drie opgenoemde voorwaarden voldoet.

Welk belang bestaat er, in het algemeen, voor den zeeman, om op het oogenblik van den middag èn zijne lengte èn zijne breedte te kennen; of, in het bijzonder, om op het tijdstip, dat hij doorgaande eene goede breedte-bepaling kan verkrijgen, de lengte te kunnen benaderen, zoodat er altijd eene onzekerheid overblijft, waaromtrent men de vraag zou kunnen doen, of zij geringer is dan die, welke de onder gunstiger omstandigheden opgemaakte lengte aankleeft, nadat zij, door koers en verheidrekening tot den middag herleid is geworden.

Men moet hier niet het geval stellen, dat men dagen achtereen zon noch maan gezien heeft, en dat alsdan de zon even doorkomt. In die gevallen toch zal er altijd van de waarneming gebruik gemaakt worden, om te trachten het gegist bestek, hoe gebrekkig ook, althans eenigzins te verbeteren. Onder zulke omstandigheden is de zeeman zoo keurig niet op de middelen, waarvan hij zich bedient, en moet het ook niet zijn; hij behoeft dan alleen acht te geven, dat hij aan de waarnemingen geen grooter vertrouwen schenkt, dan waarop zij aanspraak kunnen maken. Behalve dat soortgelijke toestanden mogen geacht worden tot de uitzonderingen te behooren, zou de zon zich juist op of nabij den middag moeten laten zien, om het gebruik der methode mogelijk te maken. De schrijver heeft echter niet deze exceptionele gevallen, maar eene veel ruimere toepassing der methode op het oog gehad.

Doen er zich op den zeetogt omstandigheden op, die bij den zeeman den wensch doen ontstaan, de plaatsen, waar hij zich op die oogenblikken bevindt, naauwkeurig te kunnen opgeven, dan nog laat de methode hem verlegen — althans indien de wensch niet met den middag te zamen valt — en bezit alzoo ook in die gevallen eene slechts zeer betrekkelijke waarde.

Wordt de gelijktijdige lengte- en breedte-bepaling niet bepaaldelijk voor den middag verlangd, maar voor eenig willekeurig oogenblik, onverschillig 's morgens of 's avonds, als zij slechts gelijktijdig is, dan staan er nog wel andere wegen open, om tot het doel te geraken, waarlangs men een hoogeren graad van naauwkeurigheid zal kunnen bereiken. De vaste sterren toch bieden een wijd uitgestrekt veld aan, om zich op te bewegen, hetzij dat men de breedte en tijdbepaling combineert, hetzij dat men ze afzondert, en voor beide de gunstigste omstandigheden kiest. Het is hier evenwel de plaats niet, althans niet in de mij gegunde oogenblikken, om daarover in bijzonderheden uit te weiden; hetgeen dienaangaande zou te zeggen zijn is buitendien genoeg bekend.

Ik heb de bedenkingen, die er, naar mijne meening, tegen de toepassing der nieuwe methode van LITTROW en FAYE op de lengte-bepaling te maken zijn, opgeteld, hoofdzakelijk toegelicht en, met de gronden die ik heb bijgebragt, zoo ik vertrouw, voldoende gestaafd. De redenen, die deze critische beschouwing hebben uitgelokt, heb ik daaraan doen voorafgaan. Mij blijft nog, ten slotte, over, enkele der in den Franschen tekst gebezigde uitdrukkingen en zinsneden onder de aandacht te brengen. Eensdeels, omdat daaruit kan worden opgemaakt, op welk standpunt LITTROW zich den zee-officier geplaatst denkt; anderdeels, om te voorkomen,

dat men het oordeel van den genoemden sterrekundige in te algemeenen zin opvatte. Tot het laatste gevoel ik mij verpligt, uit achting voor het corps, waartoe ik eenmaal de eer had te behooren, en waarin ik nog een aantal officieren zou kunnen aanwijzen, die in de verte zulk een oordeel niet verdienen. Hetgeen hij zegt is, op zijn minst genomen, zeer overdreven te noemen. Of het waarheid bevat ten opzigte van hetgeen er plaats heeft aan boord der Oostenrijksche schepen, of liever, het geval was aan boord van de *Novare*, het Oostenrijksche oorlogsfregat, waarmede LITTROW een zeetogt maakte, gedurende verscheidene maanden, daarin kan en mag ik niet beslissen; doch, dit weet ik wel, dat het van onze schepen niet gezegd kan worden.

Zoo leest men:

„Il existe depuis longtemps d'excellentes prescriptions, pour déterminer la position d'un navire. La seule qui soit entrée dans la pratique journalière de tous les marins, à cause de sa simplicité, c'est la mesure de la hauteur du Soleil à midi, d'où l'on conclut la latitude. Quant à la longitude, elle s'obtient par l'estime, à moins que le navigateur ne possède un ou plusieurs chronomètres dignes de confiance; alors, par des angles horaires pris de temps à autre, le matin ou le soir, il obtient l'heure locale et par suite la longitude."

Een weinig verder:

„M. DE LITTROW, en voyant les marins observer régulièrement le soleil à midi, et se fier, pour le reste, au loch et à la boussole....."

De afgelegde getuigenis is niet zeer vleijend voor de Oostenrijksche zee-officieren; doch waar het aldus toegaat, kan de behandelde methode welligt nog eenig nut hebben. Ik houd mij overtuigd, dat als LITTROW een zeetogt maakte met een van onze grootere oorlogschepen, hij aldra tot andere gedachten zou komen. Hij zou daar aan boord kunnen

zien, dat aan een der officieren bepaaldelijk de zorg voor de tijdmeters is opgedragen, en dat deze tevens belast is met het volbrengen der waarnemingen tot de plaatsbepaling, die zich voordoen. Op de kleinere schepen kan daaraan ongetwijfeld zoo streng de hand niet gehouden worden; doch een uurhoek 's morgens en 's avonds schiet er toch altijd, en eene breedte buiten den middag, al ligt over. Ik wil hier nu nog niet eens spreken van de waarnemingen, die door de officieren in het algemeen worden gedaan, zonder dat zij daartoe verpligt zijn.

Op eene anders plaats zegt hij:

„la methode nouvelle lui (au navigateur) vient en aide en permettant de déterminer à l'avance l'heure approchée de la culmination. On évite ainsi aux marins la fatigue qu'ils éprouvent à suivre péniblement le Soleil au sextant, jusqu'au moment où il cesse de monter." . . . . .

. . . .

„et, comme le calcul ne prend lui-même que 5 minutes, il résulte, qu'en une demi-heure, le navigateur peut exécuter toutes les observations, faire tous les calculs nécessaires pour obtenir à la fois sa longitude et sa latitude."

Van de groote vermoeijenis, bij het nemen der middaghoogte, waarop boven gedoeld wordt, kan ik mij geene voorstelling maken, en wel het minst als men 's morgens tijdbepaling gehad heeft. Evenmin zie ik in, dat het afloopen der berekeningen in zulk een kort tijdbestek, als een zoo groot voordeel eener methode is aan te merken. Zonder twijfel zal men, alles overigens gelijkstellende, den kortsten weg kiezen, die tot het beoogde doel voert; doch, dat daargelaten, blijft er, in zee zijnde, altijd nog wel zooveel tijd beschikbaar, dat men op eene 10 minuten meer of min, aan eene berekening besteed, zoo naauw niet zal behoeven te letten.

Het zou mij weinig moeite gekost hebben, indien ik het tot mijn doel noodig geoordeeld had, de bijgebragte aanhalingen nog te vermeerderen. Ik heb echter gemeend met het voorafgaande te kunnen volstaan, en niet meer van het geduld der Vergadering te mogen vergen.

Ik heb mij bepaaldelijk voorgesteld de lengte-bepaling op zee, naar de nieuwe methode, na te gaan. Om die reden heb ik de toepassing, die FAYE van LITTROW's methode aan den wal wil gemaakt hebben, onaangeroerd gelaten. Dit alleen kan ik, tot besluit, als mijn gevoelen daarover zeggen: dat er, al is men, bij zijne metingen tot plaatsbepaling, uitsluitend gebonden aan het gebruik van den sextant of den prismacirkel, meer geschikte wegen openstaan, die naar het doel leiden, dan die, welke door de genoemde methode wordt aangewezen.

Nieuwediep, November 1864.

ZESDE VERSLAG

OVER

DEN PAALWORM.



Uit ons Vijfde Verslag, uitgebragt in de vergadering der Afdeeling van 30 Januarij 1864, is U, Mijne Heeren, gebleken, dat van alle middelen, welke van verschillende kanten waren aanbevolen, als geschikt om het hout tegen het indringen van den Paalworm te beveiligen, en welke alle door Uwe Commissie aan het onderzoek zijn onderworpen, er slechts een enkel is hetwelk met groote waarschijnlijkheid een waar behoedmiddel kan worden genoemd tegen de verwoesting van het hout door dit schijnbaar nietig dier, hetwelk toch aan ons vaderland reeds zoo vele tonnen gouds heeft gekost. De proefnemingen, gedurende het afgeloopen jaar door Uwe Commissie genomen, hebben alleen gestrekt om deze waarschijnlijkheid tot eene zekere mate van zekerheid te brengen.

Op het laatst der maand November hebben wij de proefpalen, die wij van het Nieuwe Diep en van Stavoren hadden doen overkomen, hier onderzocht, en het is ons toen gebleken, dat de dennen-, beuken- en populieren-perkoenpalen, in de fabriek van den Heer BOULTON in Engeland gecreosoteerd, die sedert Augustus 1861 in het zeewater waren gebragt en dus gedurende ruim drie jaren aan den invloed van den Paalworm waren blootgesteld geweest, geheel gaaf waren geble-

ven; niet het minste wormgaatje kon bij een naauwkeurig onderzoek daarin worden gevonden, ook niet in die palen, welke in 1862 en in 1863 reeds ter onderzoeking uit het water waren genomen, en toen door afkapping tot eene diepte van eenige strepen van hunne oorspronkelijke oppervlakte waren beroofd; deze palen, die telkens weêr in het zeewater waren gebragt, bleken nu op nieuw volkomen weêrstand te hebben geboden aan het indringen van den Paalworm.

Een evenzeer beslissend gelukkig resultaat verkregen wij uit de greenen palen, gecreosoteerd in de fabriek der Amsterdamsche Maatschappij tot houtbereiding tegen bederf, die reeds sedert Julij 1860 en dus reeds gedurende vijf zomers in het zeewater hadden gestaan. In geen dezer palen, ook niet in die welke reeds meermalen van hunne oppervlakte waren beroofd geworden, werd eenig spoor van Paalworm-gangen gevonden; alleen bij een greenen paal en wel op eene kleine plek, waar de kleur van het hout voldoende het niet doorgedrongen zijn der creosootolie aantoonde, werden zeer kleine wormgaatjes gevonden; doch het gemis van eene kalklaag en het geheele voorkomen der gaatjes bewees genoegzaam, dat deze aan een ander dier moesten worden toegeschreven.

De onbereide greenen paal, die als tegenproef bij deze palen had gestaan, en dien wij de eer hadden U in de vergadering van 26 November te vertoonen, heeft U een sprekend bewijs geleverd, dat gedurende den tijd dat de straks genoemde palen aan het onderzoek waren onderworpen, de Paalworm-verwoesting niet gering is geweest; van dien paal toch was niets overgebleven dan het kleine kopstuk, hetwelk boven water had gestaan.

Konden wij dezelfde getuigenis afleggen van het in de Amsterdamsche fabriek gecreosoteerde eikenhout, zoo zouden wij heden ons laatste verslag hebben kunnen uitbrengen, en de ontbinding onzer Commissie hebben kunnen vragen.

Hetgeen wij in ons Vijfde Verslag hebben gezegd, is door het laatst gedane onderzoek alweder bevestigd. Eene doorsnede van het gecreosoteerde eikenhout toont reeds dadelijk dat het indringen der creosootolie zeer onvolkomen heeft plaats gehad, en bij het onderzoek der proefpalen is gebleken, dat op de plaatsen waar de kleur van het hout het aanwezen van creosootolie aantoont, geen Paalwormgangen te vinden zijn, wél echter, hoewel in geringe mate, op de plaatsen waar de kleur van het hout nog de oorspronkelijke is. De onbereide eiken palen echter, die als tegenproef hebben gediend, zijn geheel en al door den Paalworm doorboord.

Het bewaren van het eikenhout tegen de verwoesting van den Paalworm, dat zooverre ons bekend is nog nergens is beproefd, komt ons van groot gewigt voor; het eikenhout toch kan voor velerlei zeewerken noch door greenenhout noch door eene andere ligte houtsoort, die gemakkelijk door creosootolie wordt doortrokken, worden vervangen; wij hebben daarom, zoo als uit ons vorig verslag blijkt, bij de Maatschappij tot houtbereiding tegen bederf er op aangedrongen middelen te beramen, om de creosotering van het eikenhout zoo mogelijk te verbeteren, en wij kunnen nu mededeelen, dat de Directeur der genoemde fabriek ons in dato 26 Julij 1864 eiken en greenen palen heeft toegezonden, die op twee van elkander verschillende wijzen gecreosoteerd zijn, welke palen in de maand November 1864 naar het Nieuwe Diep zijn gezonden, om aldaar in het zeewater bij de andere proefpalen te worden geplaatst; gaarne zouden wij over de wijze waarop die palen zijn bereid geworden, hier iets uitvoerigs mededeelen; op onze vraag daaromtrent aan genoemden Directeur hebben wij echter, bij missive van 6 November j.l., alleen tot antwoord gekregen, „dat de bereidingswijze eene is, waarbij „voornamentlijk bijzonder is gelet zoowel op de keuze der

„creosootolie als op de accurate wijze voor eene goede be-„werking noodig.”

Gedurende het jaar 1864 is het onderzoek naar het zoutgehalte van het water op de stations Nieuwendam, Vlissingen, Harlingen en Stavoren door den Heer VON BAUMHAUER voortgezet; uit de hierbij gevoegde tabellen blijkt:

1°. Voor *Nieuwendam* dat, na het zeer hooge zoutgehalte, hetwelk het water op het laatst van 1863 had bereikt, dit zoutgehalte tot in het midden van Maart sterk is afgenomen van 27 tot 8 p. m., om daarna weêr te stijgen tot 12 p. m., zoo als het in de maanden Augustus en September bleef; daarna is het weder verminderd tot ongeveer 9 p. m.

2°. Voor *Vlissingen*. Zoo als wij in de vorige jaren reeds hebben opgemerkt, is in het zoutgehalte van het zeewater op dit station weinig variatie; het zoutgehalte ligt tusschen 29 en 33 p. m.

3°. Voor *Harlingen*. De variatiën zijn hier veel sterker. In het begin van het jaar zien wij het zoutgehalte à 26 p. m. langzamerhand dalen tot 21 p. m. in het begin van April; doch in het midden van April is het weder 31 p. m.; daalt langzamerhand weder tot 24 p. m. (in het begin van Augustus), klimt weder tot 33 p. m. in October, en daalt weder langzamerhand zoo zeer, dat op het laatst van het jaar het zoutgehalte weder zoo als in het begin 26 p. m. is geworden, ofschoon het in November een minimum van 19 à 20 p. m. had bereikt.

4°. Voor *Stavoren*. Het zeewater op dit station heeft alweder zeer verschillende zoutgehalten gedurende dit jaar aangetoond. In Januarij 18 à 19 p. m., in Februarij 8 à 9, in April 22 à 23, in Julij zelfs 28 à 29, terwijl het in de volgende maanden, op een paar uitzonderingen na, tusschen 16 en 22 is gebleven.

Zoo als U bekend is werd door de Afdeeling in hare

Vergadering van 24 September j.l., in onze handen gesteld, 1°. eene missive van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken, d.d. 30 Junij 1864, N°. 181 3de Afd. Waterstaat, welke aldus luidde:

„Door wijlen den Hoofd-Inspecteur van den Waterstaat VAN DER KUN, werd, in het begin des jaars, mijne aandacht gevestigd op de omstandigheid, dat, volgens sedert jaren te *Ostende* genomen proeven, het gecreosoteerd hout bestand bleek tegen de vernielingen van den Paalworm.

„Dit wekte te meer verwondering, omdat de hier te lande genomen proeven met creosoot niet aan de verwachting hebben beantwoord. Daarbij werd door den Heer VAN DER KUN medegedeeld, dat zulks evenzeer het geval was geweest met de proeven, in de Fransche haven Olonne genomen, waar men daartoe hout had gebruikt, te *Bordeaux* gecreosoteerd; maar dat ook te Olonne met te Ostende bereide balken eene gunstige uitkomst was verkregen.

„Een en ander gaf grond tot het vermoeden dat, hetzij in de gebruikte teerolie, hetzij in de wijze van bereiding, te *Ostende* verschil bestaat met hetgeen elders geschiedt. Ten einde hieromtrent zekerheid te erlangen, is de tusschenkomst van het Belgische Gouvernement ingeroepen, dat welwillend een twintigtal te *Ostende* gecreosoteerde balken ter beschikking der Nederlandsche Regering heeft gesteld, en tevens het proces-verbaal der bereiding medegedeeld, waarvan een afschrift hiernevens gaat.

„Met dit hout zullen aan de Zeewerken in *Zeeland* en *Noord-Holland* proeven genomen worden.

„Ook zijn dezer dagen uit Suriname ontvangen acht kisten, bevattende 68 monsters van verschillende houtsoorten, en 56 balken, van verschillend hout, waarmede insgelijks proeven tot wering van den Paalworm worden genomen."

Het daarin vermelde proces-verbaal luidde:

„Monsieur le Directeur!

„J'ai l'honneur de vous informer qu'une cylindrie spéciale de 70 billes a été preparée le 22 Avril dernier au chantier d'Ostende, conformément à l'avis de Mr. le Ministre exprimé dans sa depêche du 16 Avril dr. N°. 164/1769, 2 D^on, adressée à Mr. le Baron GERICKE DE HERWIJNEN.

„Pour cette opération la même marche et les mêmes précautions ont été observées que pour les billes, qui sont mises en expérience dans les ports d'Ostende et des sables d'Olonne.

„Le créosotage de ces dernières traverses effectué au chantier de Gand, le 16 Mai, comme celui que nous venons de faire à Ostende, a été conduit de manière à faire absorber la plus grande quantité d'huile possible. Notre but a été atteint en ce que la moyenne d'huile absorbée à Ostende est de 25^l. 66, celle de Gand n'a pas depassée 22^l. 50 par bille.

„La préparation a été conduite de la manière suivante:

POIDS AVANT ET APRÈS L'IMPRÉGNATION DE 70 BILLES PRÉPARÉES À OSTENDE, LE 22 AVRIL 1864.

N°. D'ORDRE.	POIDS DES BILLES.		DIFFÉRENCE.	N°. D'ORDRE.	POIDS DES BILLES.		DIFFÉRENCE.	OBSERVATIONS.
	AVANT.	APRÈS.			AVANT.	APRÈS.		
						Report	864½	
1	38½	71	32½	36	35	57	22	Le total général de la créosote absorbée, d'après le tableau ci contre est de 1692 kilogr. D'après le flotteur, dès que l'opération a été terminée, il y avait 1797 litres de créosote en moins dans le réservoir. Donc 105 litres sont sortis des billes après leur enlèvement du cylindre.
2	35½	60½	25	37	43	71	28	
3	48	67½	19½	38	32	62½	30½	
4	38	63	25	39	50	71½	21½	
5	32	59	27	40	50	77½	27½	
6	53½	76½	23	41	40	65½	25½	
7	55	82	27	42	33	61	28	
8	35½	62	26½	43	45	59½	14½	
9	36	56½	20½	44	40½	65	24½	
10	36½	64½	28	45	38½	59	20½	
11	49½	78½	29	46	39	61	22	
12	50½	70½	20	47	40	47	7	
13	60½	79	18½	48	39½	61½	22	
14	37	67	30	49	47½	69	21½	
15	41½	61	19½	50	32½	61½	29	
16	32½	59	26½	51	58	81½	23½	
17	54	80	26	52	41	64½	23½	
18	32	61	29	53	36	63½	27½	
19	33	71	38	54	40	66½	26½	
20	39½	67	27½	55	49	68	19	
21	50	62½	12½	56	37	56	19	
22	63½	75½	12	57	41	67½	26½	
23	36½	66	29½	58	41½	62	20½	
24	29½	66½	37	59	39	68½	29½	
25	37	61½	24½	60	41	65	24	
26	50½	71	20½	61	44½	73½	29	
27	42	67½	25½	62	49½	66½	17	
28	45	73	28	63	43	65½	22½	
29	44½	66	21½	64	38½	63	24½	
30	38½	64	25½	65	43	64½	21½	
31	38	58½	20½	66	43	69½	21½	
32	44	72½	28½	67	42½	68	25½	
33	41½	64½	23	68	50½	77½	27	
34	35½	56½	21	69	44	67½	23½	
35	30½	4[illegible]½	17	70	42	69	27	
	à reporter		864½			Total	1692 kil.	

„Le chargement du cylindre terminé à 8 h. 50 du matin, on a commencé à faire le vide pendant 1 h. 10; l'indication du vide a marqué pendant une heure une pression de 0m 20 à 0m 25 de mercure.

„A 10 heures on a laissé entrer la créosote dans le cylindre; elle avait une température de 60° centigrades.

„Le cylindre s'est rempli en 15 minutes. Alors on a fait agir les pompes foulantes pendant 3h. 20, c'est-à-dire, jusqu'a 1h. 35 de relevée.

„Au bout d'une heure les manomètres indiquaient une pression de huit atmosphères dans le cylindre; cette pression à été maintenue pendant deux heures vingt minutes.

„Le succès, qui a été obtenu dans cette circonstance, doit être attribué à la grande siccité des billes (sapin rouge de Riga déposé dans nos chantiers depuis le mois d'Août dernier).

„Vous trouverez ci-joint un état indiquant par bille la quantité d'huile absorbée par chacune d'elle.

„J'ai l'honnêur de vous proposer d'envoyer en Hollande les 20 billes les plus imprégnées, c'est-à-dire, N°. 1, 10, 11, 14, 18, 19, 20, 23, 24, 28, 32, 37, 38, 40, 42, 50, 53, 59, 61 et 68.

„Si vous approuvez etc."

.2°. Het tweede stuk, hetwelk in dezelfde Vergadering in onze handen werd gesteld, was eene missive van den Heer A. SNATERSE, Directeur der Maatschappij tot houtbereiding tegen bederf, d.d 26 Julij 1864, luidende:

„WelEdele Heeren!

„Wij hebben de eer U hierbij aan te bieden 12 stukken hout, tegen Paalworm bereid, benevens 6 stuks gecreosoteerde steenen, ten dienste der waterbouwkunde.

„Gelieve een steen, benevens een stuk hout door mid-

den te doen breken, ten einde het inwendige door u kunne worden onderzocht.

„De inzending dezer stukken hout heeft veel langer moeten wachten, dan wij eerst gedacht hadden, uithoofde het slechts na velerlei proefnemingen gelukken mogt deze verbeterde nieuwe wijze van bereiden zoo afdoende te maken als wij nu overtuigd zijn dat zij u zal blijken te zijn.

„De stukken tweemaal met de letters MHF gemerkt, zijn op een andere wijze bereid dan de overige.

„Met ter tijd hopen wij eenen gunstigen afloop uwer officiëele proefnemingen van u te mogen vernemen.

„Verblijvende hoogachtend enz."

In de Vergadering van 29 October 1864 bragt Uwe Commissie omtrent deze twee stukken het volgende advies uit:

„In handen der Commissie, belast met de onderzoekingen tot wering van den Paalworm, werden in de Vergadering der Afdeeling Natuurkunde van 24 September j.l. gesteld de volgende stukken met verzoek om praeadvies.

„1°. Eene missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken, d.d. 30 Junij 1864, N°. 181, 3de Afd. Waterstaat, waarin Z.E. mededeelt dat zijne aandacht door wijlen den Hoofd-Inspecteur van den Waterstaat VAN DER KUN gevestigd was op de omstandigheid, dat, volgens sedert jaren te Ostende genomen proeven, het gecreosoteerde hout bestand is gebleken tegen de vernielingen van den Paalworm, welke omstandigheid bij Z.E. verwondering had verwekt, dewijl naar Z.E.'s meening, de hier te lande genomen proeven met gecreosoteerd hout niet aan de verwachting hebben beantwoord.

„Z.E. heeft daarom aan het Belgisch Gouvernement een twintigtal te Ostende gecreosoteerde balken gevraagd, om

daarmede aan de zeewerken in Zeeland en Noord-Holland proeven te nemen.

„Z.Exc. deelt verder mede, dat uit Suriname acht kisten, bevattende 68 monsters van verschillende houtsoorten, en 56 balken van verschillend hout zijn ontvangen, waarmede Z.Exc. voornemens is proeven over het bestand zijn tegen den Paalworm te doen nemen.

„Bij deze missive is gevoegd een proces-verbaal over de wijze van bereiding der gecreosoteerde balken te Ostende.

„Het eerste gedeelte der missive van Z.Exc. heeft Uwe Commissie verwonderd, daar zij reeds in haar *Vierde* Verslag, uitgebragt in de Vergadering der Afdeeling van 31 Januarij 1863, op de gunstige resultaten, verkregen, zoowel met het dennen-, beuken- en populierenhout, gecreosoteerd in de fabriek van den Heer BOULTON in Engeland, als met het greenenhout in Amsterdam gecreosoteerd, gewezen heeft, terwijl in haar *Vijfde* Verslag, uitgebragt in de Vergadering der Afdeeling van 30 Januarij 1864, van hetwelk de Afdeeling bij missive van 5 Maart j.l. aan Z.Exc. een afschrift heeft gezonden, niet alleen van de in België te Ostende genomen proeven en verkregen resultaten, — die echter *alleen op greenenhout* betrekking hebben, dewijl andere houtsoorten aldaar niet aan het onderzoek zijn onderworpen, — op pag. 10—14 uitvoerige mededeeling wordt gedaan, maar daarenboven onder de conclusiën, waartoe de Commissie tengevolge harer verkregen ondervinding zich geregtigd achtte (verg. pag. 15—17), uitdrukkelijk gezegd wordt, dat *het met zekerheid was gebleken dat eene goede creosotering het hout tegen de vernieling door den Paalworm beschut.*

„Uwe Commissie moet ten opzigte der te Ostende verkregen resultaten vooral daarop de aandacht vestigen, zoo als uit haar Vijfde Verslag uitdrukkelijk blijkt, dat te Ostende alleenlijk gecreosoteerd greenenhout aan het onderzoek is onderworpen; het in de Amsterdamsche fabriek

gecreosoteerde greenenhout is bij onze proeven *evenzeer tegen den Paalworm bestand gebleken.* Minder gunstige resultaten zijn echter verkregen met het door creosoot zoo gemakkelijk niet doordringbare eikenhout, welk hout voor de vervaardiging van sluisdeuren enz. door greenenhout moeijelijk kan worden vervangen.

„De eischen dus door Uwe Commissie aan de creosotering gesteld, zijn grooter geweest dan die, welke men in België daaraan heeft gedaan. Uwe Commissie hoopt echter dat de verbeterde wijze van creosotering alhier ook voor het eikenhout gunstige resultaten zal opleveren.

„Ten opzigte van het tweede gedeelte van 's Ministers missive, betrekking hebbende op de uit Suriname aangebragte houtsoorten, adviseert Uwe Commissie deze mededeeling voor notificatie aan te nemen. Uwe Commissie wenscht zich namelijk niet met dit onderzoek te belasten, dewijl, naar haar oordeel, dit met meer vrucht in Suriname zelve zoude geschieden. Mogten er toch onder deze houtsoorten enkele gevonden worden, die zonder bereiding tegen den hier-aanwezigen Paalworm bestand bleken te zijn, — iets dat Uwe Commissie, op grond der door haar verkregen ondervinding, voor niet waarschijnlijk houdt, — zoo blijft de vraag nog onbeslist, of zij tegen de in Suriname voorkomende soorten van hetzelfde geslacht en onder de aldaar aanwezige omstandigheden van zoutgehalte van het zeewater, temperatuur enz. evenzeer proefhoudend zouden zijn. Tot het vervaardigen der zeeweringen in Nederland zal men niet ligt het hout uit Suriname doen overkomen.

„Uwe Commissie adviseert om in gelijken zin de missive te beantwoorden van den Hoofd-Ingenieur der Marine te Willemsoord, dd. 13 Julij 1864, C, N°. 46, welke in de Vergadering van 24 September j l. ter sprake is gebragt.

„2°. De tweede missive, welke in handen Uwer Commissie tot advies is gesteld, is van den Directeur der Maat-

schappij tot houtbereiding tegen bederf te Amsterdam, waarbij door dezen worden aangeboden *twaalf* op eene verbeterde wijze gecreosoteerde palen en *zes* eveneens gecreosoteerde steenen, met verzoek die aan het onderzoek te willen onderwerpen.

„In het Vijfde Verslag onzer Commissie, op pag. 15, heeft de Commissie zich reeds verbonden om deze naar eene verbeterde methode bewerkte palen aan het onderzoek te onderwerpen. Zij adviseert echter om vooraf aan genoemden Directeur mededeeling te verzoeken van de wijze waarop deze palen zijn bereid geworden en in hoeverre deze methode van de vroeger gebruikte verschilt.

„De gecreosoteerde steenen behooren niet tot het onderzoek Uwer Commissie.

„Verder neemt Uwe Commissie de vrijheid aan de Afdeeling mede te deelen, dat zij haar onderzoek voortaan uitsluitend op het gecreosoteerde hout zal voortzetten en verschoond wenscht te blijven van die herhaalde aanvragen van uitvinders van nieuwe behoedmiddelen tegen den Paalworm, die meestal in bedekkingen van het hout met verschillende smeersels bestaan, daar het haar genoegzaam is gebleken dat geen dezer middelen van eenig nut is.

„De Commissie heeft eindelijk besloten, met het einde van dit jaar de bepaling van het zoutgehalte van het zeewater op de stations Vlissingen, Harlingen, Stavoren en Nieuwendam te staken. Zij acht deze gedurende zes jaren voortgezette bepaling voor haar doel voldoende."

De op het laatst van het rapport vermelde missive van den Hoofd-Ingenieur der Marine luidde:

„WelEdelHoogGel. Heer!

„Op last van het Ministerie van Marine wordt een onderzoek ingesteld naar de eigenschappen van eenige bui-

tenlandsche houtsoorten. Dientengevolge is aan mij opgedragen van dit hout aan den zee- of paalworm bloot te stellen.

„In de meening dat de Commissie uit de Natuurk. Afdeeling der Koninklijke Academie van Wetenschappen, hare onderzoekingen betrekkelijk den Paalworm nog steeds, ook in deze haven voortzet, neem ik de vrijheid mij tot haar te wenden, met beleefd verzoek dat bovengemeld onderzoek ook door hare zorg mogt worden bewerkstelligd.

„Mogten hiertegen geene bezwaren zijn, dan zoudt U mij zeer verpligten door mij op te geven waar en wanneer U over deze houten wenscht te disponeren.

„Een afschrift der mij gezonden opgave van het te onderzoekene gaat hiernevens, terwijl daarbij dient opgemerkt te worden, dat ieder stuk ongeveer 2 palm lang en breed en een paar duim dik is.

„Met de meeste hoogachting heb ik inmiddels de eer te zijn enz."

LIJST DER MERKEN EN NAMEN VAN EENIGE BUITENLANDSCHE HOUTSOORTEN.

Merken.	Namen.	Merken.	Namen.
1.	Kienbotto.	12.	Onbekend.
2.	Jakrinja.	13.	„
3.	Kroemantie.	14.	„
4.	Malobie.	15.	„
5.	Pansoemoetie.	16.	Ngerawan.
6.	Mamadavie.	17.	Njatoelie.
7.	Bleu Gum.	18.	Medang.
8.	Bleu Gum.	19.	Mintangoer.
9.	Kasnok.	20.	Penaga.
10.	Amerikaansche Eiken.	21.	Ambalo.
11.	(niet aanwezig).	22.	Terdoe.

Merken.	Namen.	Merken.	Namen.
23.	Tekam.	36.	Boengóer.
24.	Mengrawan.	37.	Kaladan.
25.	Sintang Merbou.	38.	Rassak.
26.	Merbou Tandook.	39.	Boelan.
27.	Merbou.	40.	Madang Danoem
28.	Tagan Merbou.	41.	Bintangoer.
29.	Anglay of Merbou.	42.	Kajoe Mera.
30.	Marsihong.	43.	Kajoe Kom.
31.	Djaring Huntoe.	44.	Kajoe Bowak.
32.	Kajoe Damarpoeteh.	45.	Kajoe Jamboe Oetang.
33.	Roehong.	46.	Kajoe Katiemoen.
34.	IJzerhout.	47.	Kajoe Koela.
35.	Blangiran.		

De Afdeeling beantwoordde de straks genoemde missive van Z.E. den Minister van Binnenlandsche Zaken op de volgende wijze:

„Onder dagteekening van den 30sten Junij ll. had de Koninklijke Akademie de eer een schrijven van U.E. te ontvangen, N°. 181, 3de Afdeeling, Waterstaat, waarbij naar aanleiding van berigten van wijlen den Hoofd-Inspecteur van den Waterstaat VAN DER KUN, die gunstig luidden voor het afdoende der creosotering van hout ter wering van den Paalworm in België, Uwe verwondering daarover werd te kennen gegeven, *omdat de hier te lande genomen proeven met creosoot niet aan de verwachting hadden beantwoord.* Dit schrijven ging vergezeld van het procesverbaal in afschrift der wijze van bereiding en behandeling in het buitenland.

„Ter eerstvolgende Vergadering van de Afdeeling Natuurkunde, die volgens het Reglement niet dan in het

laatst van de maand September plaats vond, werden deze letteren der Commissie voor den Paalworm in handen gesteld, die daarover in de zitting van October berigtte en met wier conclusie de Vergadering zich vereenigde.

„Ik heb mitsdien de eer, beleefdelijk onder de aandacht Uwer Excellentie te brengen:

„1°. Dat de wijze van creosotering in België met goed gevolg aangewend, der Akademie niet onbekend was. Immers men vindt ze schier woordelijk medegedeeld op blz. 13 van het (hier ingesloten) Vijfde Verslag over den Paalworm, U. E. bij missive van 5 Maart l.l. kopijelijk toegezonden en sedert in druk verschenen.

„2°. Dat in aanmerking genomen de hoogere eischen aan de beveiliging van hout door creosoot gesteld, de bij ons te lande verkregen resultaten, wat het bevredigende daarvan aangaat, in geenen deele achterstaan bij die van de proefnemingen in den vreemde.

„*Dáár* heeft men zich vergenoegd met enkel ijlere houtsoorten, als dennen, beuken, populieren met creosoot te bezwangeren. De uitslag van het onderzoek onzer Commissie zoowel op dergelijk hout uit de Engelsche fabriek van den Heer BOULTON, als op greenenhout te Amsterdam gecreosoteerd was even voldoende, blijkens hetgene daarover reeds in het Vierde Verslag, in de Vergadering der Afdeeling van 31 Januarij 1863 uitgebragt, voorkomt, en werd later nog in die mate bevestigd om te regtvaardigen de uitdrukkelijke verklaring op bl. 17 van het Vijfde Verslag: *dat dit met zekerheid gebleken is, dat eene goede creosotering het hout tegen vernieling van den Paalworm beschut.*

„*Hier* nam men bovendien ook nog proeven, elders achterwege gebleven, of met stilzwijgen voorbijgegaan, met eikenhout, eene ongelijk steviger houtsoort, die voor de

vervaardiging van sluisdeuren enz., door greenenhout kwalijk kan worden vervangen, maar die juist, doordien zij vaster en digter is, de doortrekking met creosootolie moeijelijker maakt en waarvan uit dien hoofde de beveiliging nog te wenschen overig laat."

Tot bevestiging der door ons verkregen resultaten, vermelden wij hier nog de in d.d. 17 November 1864 aan de Afdeeling gerigte missive van den Hoofd-Ingenieur in Noord-Holland, den Heer VAN GENDT, aldus luidende:

„Als vervolg op de vroegere mededeelingen ten aanzien van de werking van den Paalworm in de zeehaven te Nieuwe Diep, kan ik de eer hebben UwelEdel Hoog Geleerde te melden, dat de daar geplaatste proefpalen, vermeld in het Vierde Verslag over den Paalworm, uitgegeven door de Natuurkundige Afdeeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, op den 22sten October l.l. zijn onderzocht door den Ingenieur van den Waterstaat J. F. W: CONRAD, en dat de uitkomst van dit onderzoek is geweest als volgt:

„1°. *De gecreosoteerde eiken en greenen paal* uit den regel A en B, die den 6den April 1861 geplaatst, en den 8sten October 1862 nog onaangetast waren, vertoonden in het oppervlak geringe sporen van Paalworm, die in het greenenhout in nog mindere mate dan in het eikenhout aanwezig zijn.

„*De gecreosoteerde dennen paal* uit den regel C, op bovengenoemde dagen geplaatst en gaaf bevonden, is ter hoogte van 1.25 el beneden volzee doorgezaagd; 15 Paalwormgaten van 5 tot 11 streep middellijn, met levende wormen, zijn in die doorsnede gevonden.

„Ik moet hierbij opmerken dat de creosoot was doorgedrongen in den eiken paal *redelijk*, in den greenen

paal *tot in het hart*, doch in den dennen paal nagenoeg *niet*.

„2°. *De onbereide palen* den 6^{den} April 1861 geplaatst zijn door den Paalworm geheel vernield.

„3°. *De met warme koolteer tweemaal bestreken palen* uit de regels D, E en F, den 6^{den} April 1861 geplaatst, zijn allen in groote mate door den Paalworm aangetast.

„In de doorsneden ter hoogte van 1.50 tot 1.80 el beneden volzee zijn aanwezig in den eiken paal 40 wormgaten van 4 tot 9 streep middellijn, en in den greenen paal 82 wormgaten van 5 tot 10 streep middellijn, terwijl de dennen paal geheel en al tot in het hart door den Paalworm is vernield.

„Van de koolteer was geen spoor meer te bespeuren.

„4°. *De met zinkwit driemaal geverwde greenen en dennen palen* uit de regels H en I, zijn tot in het hart geheel door den Paalworm vernield en al de verw is verdwenen.

„5°. *Drie gecreosoteerde ronde eiken perkoenpalen*, geslagen bezuiden den Jagthoek in October 1857, zijn ter hoogte van 1.10 el onder volzee doorgezaagd; in twee dezer zeer goed met creosoot doordrongen palen, is geen spoor van Paalworm ontdekt, doch in de derde is in de kern, die minder goed gecreosoteerd was dan het spint, een wormgat van 7 streep middellijn gevonden.

„6°. *Een gecreosoteerde gekloofde eiken perkoenpaal* in 1861 geslagen langs de steenbollen voor de Marine-schutsluis, is ter hoogte van 1.10 el onder volzee doorgezaagd, en geen spoor van Paalworm is ontdekt.

„7°. *Een onbereide ronde en een gekloofde eiken perkoenpaal* in 1861 geslagen langs de voornoemde steenbollen, zijn beiden geheel en al door den Paalworm vernield.

„8°. *Een gecreosoteerde eiken perkoenpaal* in 1863 ge-

slagen bij stutpaal N°. 40, is evenmin door den Paalworm aangetast als een gecreosoteerde gekloofde eiken perkoen, geslagen in 1862 bij stutpaal N°. 36.

„9°. *Onbereide eiken perkoenpalen* hebben: bij stutpaal N°. 32, geslagen in 1861, 40 wormgaten van 4 tot 7 streep in de ronde doorsnede 1.25 el onder volzee, bij stutpaal N°. 35, geslagen in 1857, 25 wormgaten in de ronde doorsnede 1.25 el onder volzee, terwijl de koppen geheel vernield zijn.

„Ik voeg hier nog bij dat de deuren der koopvaardersluis te Nieuwe Diep, in het najaar van 1860 gehangen, zijn zamengesteld uit een met kokende koolteer tweemaal bestreken eiken regelwerk en een gecreosoteerd dennen beschot.

„Zij zijn in Junij 1863 op de helling gehaald, en bij het onderzoek bleek, dat het eiken regelwerk door den Paalworm in groote mate op sommige punten tot 8 duim en op één punt zelfs tot 14 duim diepte was aangetast, terwijl het gecreosoteerde dennen beschot, dat geheel doordrongen was, genoegzaam onbeschadigd was gebleven; nagenoeg uitsluitend op de na de creosotering gemaakte velkanten waren eenige kleine Paalwormgaten te vinden.

„Wat betreft het *Manbarklakhout*, geef ik mij de eer mede te deelen, dat de beide den 14den December 1857 onder het Wierhoofd te Nieuwe Diep aan kettingen gelegde palen, waar reeds den 25sten Mei 1860 de Paalworm aanwezig was, in gaten van 4 streep middellijn tot 5 streep beneden het oppervlak en waarin de worm den 20sten November 1862 tot 10 streep beneden het oppervlak was doorgedrongen, thans nog in meerdere mate door den Paalworm zijn aangetast.

„Op twee plaatsen zijn die palen den 22sten October 1864 doorgezaagd; in de eene doorsnede vertoonden zich 17 wormgaten ter grootte van 3 tot 5 streep tot 17 streep

onder het oppervlak, en in de tweede waren 10 gaten van 2 tot 4 streep middellijn tot 15 streep onder het oppervlak aanwezig.

„Ook het *Manbarklakhout* dus is niet gevrijwaard voor vernieling door den Paalworm, alhoewel de buitengewoon harde hoedanigheid van dat hout het doordringen van het dier schijnt te bemoeijelijken.

„Uit bovenstaande met de creosoot verkregen uitkomsten vermeen ik te mogen afleiden, dat hout geheel met deugdzaam creosoot doordrongen zoo al volstrekt niet, dan toch slechts in zeer geringe mate, door den Paalworm wordt aangetast.

„Uit een praktisch oogpunt verdient het creosoteren van hout, dat door het zeewater bespoeld wordt, wel aanbeveling, doch de te verkrijgen uitkomsten hangen af van de behandeling en bereiding van het hout. Zoo lang dat niet meer zorgvuldig en gelijkmatig geschiedt, zullen de uitkomsten, die met de creosoot als Paalwormwerend middel worden verkregen, steeds zeer van elkander afwijken."

Wij mogen niet onvermeld laten dat de Heer H. C. FEIJNT in Amsterdam een bewijs van zijne belangstelling in het werk Uwer Commissie heeft gegeven, door aan een harer leden aan te bieden een zwaar stuk pokhout (lignum Guayaci), hetwelk, volgens getuigenis van den kapitein BUYKES, die het had medegebragt, in Curaçao gedurende 5 à 6 jaren in het zeewater had gelegen, en terwijl het er uitwendig gaaf uitzag, bij het doorzagen geheel en al door den Paalworm bleek doorknaagd te zijn, een krachtig bewijs, dat de Paalworm de hardste houten niet ontziet.

De Heer P. KATER GZ. meldde ons in November j.l., dat door hem gedurende den laatsten zomer geene jeugdige Paalwormen waren gevonden in de door hem als proefpa-

len gestelde houten in de haven van Nieuwendam, als mede dat de door hem gedurende vier jaren in leven gehouden Paalwormen in den vorigen zomer waren gestorven, waarschijnlijk ten gevolge van toevallige vreemde inmengselen in het Noord-zeewater waarin zij werden bewaard.

Terwijl wij onze aandacht steeds hebben gevestigd op hetgeen in het buitenland is bekend gemaakt omtrent het door ons behandelde onderwerp, vermelden wij hier eene bijdrage van den Heer DAVID STEVENSON, voorkomende in de *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* van 28 April 1862, over de verwoestingen door de *Limnoria terebrans*, een tot de klasse der Crustaceën behoorend diertje, dat volgens den schrijver in de noordelijke zeeën meer voorkomt dan de *teredo navalis*. De Heer STEVENSON toont aan dat het doortrekken van het hout met sublimaat en ijzervitriool het in het geheel niet tegen de vernieling door de limnoria beschut. Ook de creosotering van het hout is volgens hem niet een afdoend middel, voor welke stelling hij de volgende bewijzen geeft.

1°. Dat de palen van het zeehoofd (pier) te Leith in 1850 gebouwd, welke met zorg waren gecreosoteerd, in 1860 zeer sterk door de limnoria bleken aangetast te zijn.

2°. De werf te Invergorden aan den zeearm van Cromarby; volgens den schrijver was daar het hout met groote zorg gecreosoteerd, zoodat de vooraf gewogen palen na de creosotering 10 ℔ per cubieke voet aan gewigt waren toegenomen; na een drietal jaren waren sommige palen tot 1¼ duim diep vernietigd.

3°. Dat het goed uitgezochte Memelsch hout, dat met zorg te Glasgow was gecreosoteerd, en onder opzigt van den Heer STEVENSON voor de haven van Scrabster was gebruikt, reeds na dertien maanden door de limnoria vrij sterk was aangetast.

De schrijver komt tot het besluit, dat de creosotering het hout slechts zoolang tegen de *limnoria* beschut, als de oppervlakte daarvan door eene laag creosootolie bedekt is.

Wij kunnen tegen dit besluit niets inbrengen, daar wij gelukkiglijk geene ondervinding omtrent de door dit diertje gedane verwoestingen bezitten, maar herinneren hier slechts, dat, zoó als uit onze vroegere Verslagen herhaaldelijk gebleken en door de nu laatstelijk weder opgedane ondervinding bevestigd is, dit besluit niet toepasselijk is op de *Teredo navalis*, die zich door zulke oppervlakkige beletselen niet laat weêrhouden, maar daarentegen het goed gecreosoteerde hout verschoont nog lang nadat het dunne olielaagje, dat er aanvankelijk aan kleeft, verdwenen of door wegkapping opzettelijk verwijderd is.

In de Vergadering van 27 November 1858 vestigde wijlen ons geacht medelid W. VROLIK de aandacht der Afdeeling op de verwoestingen door den Paalworm vooral te Nieuwendam aangerigt. Uwe naar aanleiding dezer mededeeling benoemde Commissie heeft nu gedurende ruim zes jaren onafgebroken hare aandacht op dit gewigtig onderwerp gevestigd en, gesteund door een subsidie van het Gouvernement, eene groote reeks proefnemingen gedaan met het doel om een afdoend middel te vinden tegen die verwoesting, die onze zeeweringen zoo kostbaar maakt. Is de daaraan bestede tijd, zijn de daarvoor toegestane gelden nutteloos verspild, of heeft het onderzoek een voor de wetenschap en voor het vaderland nuttig resultaat opgeleverd? Uwe Commissie vermeent, dat het antwoord op deze vraag niet twijfelachtig is.

De wetenschap is in het bezit gekomen van eene meer volledige kennis van het maaksel en van de levenswijze van

dit opmerkelijke weekdier, en ons vaderland, hetwelk j lijks zich zulke groote opofferingen heeft moeten getroo tot herstelling der houten zeeweringen, die onophoud door den Paalworm weder worden vernietigd, is in het zit gekomen van een middel, hetwelk, mits goed aangew den duur der houten verdedigingswerken tegen de wo der zee verviervoudigen, mogelijk vertienvoudigen kan, hetwelk, wat de moeite en de kosten aangaat, in geene v gelijking komt met een, zoo als uit onze proeven geblek is, niet meer afdoend middel, namelijk de bespijkering m wormnagels. De Regering eindelijk is voor het verv ontslagen van het aan een onderzoek onderwerpen der v meestal door onkundigen voorgeslagene middelen van be smering of anderzins van het hout, als behoedmiddel teg de verwoestingen van den Paalworm.

De resultaten door Uwe Commissie verkregen, worden daarenboven volkomen bevestigd door de in het buitenland, vooral in Engeland, België en Frankrijk genomen proeven. Twee aan de Afdeeling door Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken, bij missive van 22 Junij 1864, N°. 238, 3de Afd. Waterstaat toegezonden verslagen, mogen hier niet onvermeld blijven.

Het eerste is van den Heer CREPIN te Ostende van 5 Februarij 1864 en is een vervolg op het reeds in ons Derde en Vijfde Verslag medegedeelde rapport van dien Heer over zijne proeven, genomen met sulphas cupri en creosootolie; terwijl voor den sulphas cupri ook in België ons vroeger geuit ongunstig oordeel is bevestigd, zegt de Heer CREPIN na een zevenjarig onderzoek over de creosotering het volgende:

„L'expérience nous paraît aujourd'hui décisive, et nous „pensons pouvoir conclure que les bois de sapin bien pré„parés à la créosote, avec des huiles de bonne qualité, „sont à l'abri des atteintes du tarèt et dans des condi-

[illegible]

[illegible] Commissie [illegible] de [illegible]

drie en meer jaren weêrstand hebben geboden, al
op eene verbeterde wijze alhier gecreosoteerde ei
gedurende ten minste drie jaren ongestoord in
water te laten, en na dien tijd aan de Afdeeling
te doen van hare bevinding over den toestand di

Amsterdam, 25 Februarij 1865.

J. W. L. VAN OORD
P. HARTING.
E. H. VON BAUMH

Jan

Feb

Ma

April
〃
〃
〃
〃
〃

Mei
〃

Junij
〃
〃
〃

Julij
〃
〃
〃

Augu
〃
〃
〃

Septe
〃
〃
〃

Octob
〃
〃
〃

Nove
〃
〃
〃

Decem
〃
〃
〃
〃
〃

OPMERKINGEN

OVER

HET ZANDDILUVIUM

VAN NOORD-DUITSCHLAND, NEDERLAND EN BELGIË.

DOOR

W. C. H. STARING.

Geruimen tijd geleden deelde ik eenige waarnemingen, over de gronden van Nederland, mede in den *Konst- en Letterbode*, 1844, II. bldz. 7, en 1845, I. bldz. 83 en 111, en beschreef daar eene vorming, die mij toenmaals toescheen hedendaagsch of alluviaal te zijn, en welke ik onder den naam van Broekgronden of Broeken onderscheidde. Het zijn uitgestrekte zandvlakten, veelal door eene digt onder de oppervlakte liggende zandoerbank gekenmerkt, die ik grootendeels als voormalige meerbodems meende te moeten beschouwen. Later, in 1846, beschreef ik, in eene verhandeling over de *Aardkunde van Salland*, bldz. 57, onder dienzelfden naam van Broeken, dezelfde gronden, gelijk zij in Overijssel voorkomen, maar begreep toen reeds, dat zij niet tot het hedendaagsche alluvium, maar tot het voorwereldlijke diluvium behoorden.

In 1852 leerde ik de toenmaals verschenen *Geologische kaart van België* kennen, en zag daaruit, dat DUMONT, onder den naam van *sable campinien*, volkomen dezelfde gronden als mijne broekgronden aanduidde en die ook als afdeeling van het diluvium beschouwde. D'OMALIUS D'HALLOY, in zijne *Géologie populaire de Belgique*, vereenigde zich

niet met deze zienswijze van DUMONT, maar helde, op theoretische gronden, tot het gevoelen over, dat dit *sable campinien* van veel vroegeren oorsprong was en zelfs tot het pliocenische tijdperk behoorde. Dit gevoelen werd onveranderd door hem wedergegeven op bldz. 341 der zevende uitgaaf van zijn *Abrégé de Géologie*, die in 1862 het licht zag.

In den *Bodem van Nederland*, in 1856 opgesteld, en waarvan de aflevering, welke het diluvium behandelde, in 1857 in het licht verscheen, beschreef ik deze, toenmaals naauwkeurig door mij op het terrein onderzochte zandgronden op nieuw, en gaf die toen den naam van Zanddiluvium.

In 1858, in de *Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westphalens*, XV. bldz. 23, erkende en beschreef ook VAN DER MARCK deze zandgronden, als de jongste afdeeling van het diluvium in Munsterland.

In 1861 had ik het genoegen, met den hoogleeraar FORCHHAMMER het zoo sterk ontwikkelde diluvium bij Kopenhagen te bezigtigen. Ik sprak hem toen ook over ons zanddiluvium, zond hem later stalen van zandoerbanken, en vernam daarop van hem, dat deze gronden in Denemarken, op gelijke wijze als in Nederland, voorkomen. Onder den naam van *Terrain de Landes* zijn zij op het geologische kaartje aangeduid dat de *Études économiques sur le Danemark* van den heer EUGÈNE TISSERAND, in 1865 in het licht verschenen, vergezelt.

Onlangs, eindelijk, heb ik eene *Geognostische Uebersichtskarte von Hannover* door Dr. HUNÄUS, hoogleeraar aan de polytechnische school te Hannover, ontvangen, die bij een statistisch werk behoort, het *Festschrift zur Secularfeier der Landwirthschafts-Gesellschaft zu Celle*, in 1864, op last van het Hannoversche Ministerie van Binnenlandsche Zaken uitgegeven. Ons zanddiluvium is op deze kaart onder den naam van: *älteres Flussalluvium* aangeduid.

Dit nu is, in weinige woorden, de geschiedenis van de wijze waarop het zanddiluvium, gelijk dat in het westen van Noord-Duitschland, in Nederland en in België voorkomt, opgemerkt en aangewezen is geworden.

Na deze gronden naauwkeurig te hebben onderzocht, verkoos ik, gelijk ik zoo even zeide, den naam van zanddiluvium boven dien van Broekgronden om verschillende redenen, omdat namelijk de Broeken van Gelderland en Overijssel, vlak gespoelde en vlak gestoven zandvlakten, wel is waar grootendeels tot het zanddiluvium behooren, maar alles wat zanddiluvium is, op verre na niet de gedaante van zulke Broeken heeft; omdat de naam Broek, bijna gelijkluidend met *Bruch*, veen, ligt aanleiding kan geven tot een verkeerd begrip; omdat ik dit zanddiluvium duidelijk wenschte te onderscheiden van het grinddiluvium, de ondere afdeeling onzer diluviale gronden, die hier, naar hunne herkomst uit het noordoosten, oosten en zuidoosten en uit het zuiden, onderscheiden kunnen worden in: het Scandinavisch, het Gemengde, het Rhijn- en het Maas- of Ardenner-grinddiluvium.

Mijne beschrijving van het zanddiluvium in *de Bodem van Nederland* past volkomen op het Sable campinien van DUMONT, en het lijdt bij mij geen twijfel, of het zand van België is volkomen hetzelfde als dat van Noord-Brabant en het overige Nederland. In het zuiden omvat het echter meer en grooter leembanken dan in het noorden, hetgeen gemakkelijk te verklaren is, doordien het naburige grinddiluvium, dat van de Maas of de Ardennen namelijk, ook meer leembeddingen bevat dan de andere afdeelingen. Zulke leembanken, als die van Calmpthout, welke de vele millioenen steenen voor de vestingwerken van Antwerpen geleverd hebben, weet men in het noordelijke zanddiluvium nergens aan te wijzen. De uiterlijke vorm van het zanddiluvium

en het sable campinien is overigens dezelfde; vlakten zijn het of zachte terreingolvingen, en kleine, platte heuvels van slechts weinige ellen hoogte. Wijders dezelfde, genoegzaam waterpasse ligging der zamenstellende lagen, waar die te zien zijn. Hier en daar laagjes fijn grind; nu en dan enkele keijen en zelfs weleens sterk afgeronde groote steenblokken; alles evenwel van dezelfde steensoorten als waaruit het grind en de keijen van het naastbijgelegen grinddiluvium bestaan. Overblijfsels van dezelfde diersoorten der voorwereld, van Mammouth en den Bison (*Bos priscus*), vindt men in het sable campinien en in ons zanddiluvium; misschien ook van het Rund der voorwereld (*Bos primigenius*), zoo het niet waarschijnlijker is, dat dit, een uitgestorven hedendaagsch dier, alleen aan de oppervlakte van het zanddiluvium, te midden der in lateren tijd verplaatste bovenlaag, voorkomt. STEENSTRUP althans heeft zijn voorkomen in het zoogenoemde steenen tijdvak der oudheidkenners als zeker bewezen, zoo als onder anderen ook in de *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde*, XII. bldz. 114 door mij is opgemerkt.

In België, hier te lande, in Munsterland, in Hannover en Denemarken, overal, zijn deze zandgronden gekenmerkt door zandoerbanken, die digt onder de oppervlakte liggen en uit den plantengroei haren oorsprong hebben. Deze banken zijn dus niet oorspronkelijk aan het zanddiluvium eigen, maar eerst in latere, hedendaagsche tijden ontstaan. Ook vertoonen zich die gronden dikwijls als meerbodems, waarvan de oevers door zandduinen, door ware meerduinen bedekt zijn, en niet zelden zijn zulke voormalige meren thans nog bestaande, of door den mensch reeds uitgeputte veenen.

De wording van ons zanddiluvium moeten wij ons, geloof ik, op de volgende wijze voorstellen. Het is gevormd tijdens

het nog in wezen zijn van den mammouth in deze streken, bij het eindigen van den diluviaaltijd, of bij diens overgang in den alluviaaltijd. In alle geval waren toen de grind en de keijen van het grinddiluvium herwaarts overgebragt en de alzoo gevormde zeebodem was reeds boven de oppervlakte der zee opgeheven. Het grinddiluvium heeft de bouwstoffen geleverd voor het zanddilivium, en dit is het afspoelsel, door den regen en kleine beekjes, van het eerstgenoemde gedurende eene lange reeks van eeuwen. Het is dus ongeveer op gelijke wijze ontstaan als, later, de zoogenoemde groengronden van Noordbrabant, Gelderland en Overijssel, door nog tegenwoordig aanwezige beekjes en kleine rivieren, gevormd zijn. Alzoo zijn dus, tusschen de heuvels van het grinddiluvium, de valleijen aangevuld, en aan hunnen voet zijn uitgestrekte zandvlakten ontstaan.

Zuidwaarts, in België, in Limburg boven Sittard en in Gulikerland, stuit het zanddiluvium plotseling tegen de kleigronden, die tot het Limon Hesbayen van DUMONT, het Löss van den Rhijn, behooren, zonder dat 't noch DUMONT, noch mij is mogen gelukken om ergens, op de grens der beide gronden, eene zoodanig ontbloote plek te vinden, dat hieruit iets op te maken was over hunnen betrekkelijken ouderdom. Totdat het iemand gelukken moge dit vraagstuk op te lossen, moeten wij aannemen, dat beide gronden te gelijker tijd gevormd zijn. Is echter een van beide later ontstaan dan de andere, dan zal het, geloof ik, blijken, dat het löss, althans gedeeltelijk, de jongste is.

Dit mijn zanddiluvium, het *sable campinien* van DUMONT, is in den jongsten tijd van twee zijden aangevallen, en is de tijd, waarop ik meen dat het ontstaan is, in twijfel getrokken. Ik voelde mij geroepen om dit hier openlijk in bescherming te nemen, vooral ook omdat ik hierdoor weêr in de gelegenheid zoude zijn om de inzigten te ver-

dedigen van den scherpzinnigen natuuronderzoeker DUMONT, een man, die, betrekkelijk de geologie van België, langs andere dan de gewone wegen, tot resultaten is gekomen, welke alle latere onderzoekers, zelfs zijne bestrijders, hebben moeten erkennen als volkomen juist. Zijne meeningen omtrent de gelijktijdigheid der Belgische vormingen met die van het buitenland mogen grootendeels verkeerd zijn, de opeenvolging der vormingen en hare onderdeelen in België zelve is nooit weêrsproken.

Van de eene zijde is het zanddiluvium aangevallen door het buitenlandsch lid onzer Akademie, den Heer D'OMALIUS D'HALLOY, zoowel in het zooeven aangehaalde werk, de *Abrégé de géologie*, als in een paar brieven waarmede hij mij wel heeft willen vereeren. Van de andere zijde is dit geschied door den hoogleeraar HUNÄUS op zijn straks genoemde overzigtskaart der geologie van Hannover.

In de korte verklaring dezer kaart, bldz. 113, heet het: „Das ältere Flussalluvium besteht aus den horizontal abgelagerten, zuweilen mit Thontheilen gemengten Sand- und Grusmassen, welche von den in früherer Zeit grösseren Flussen und Strömen in ihrem Ober- und Mittellauf abgesetzt wurden und deshalb wenig oder gar kein Gerölle, wie sie in der Diluvialperiode so häufig auftreten, oder nur kleinere Dimensionen derselben und in geringer Zahl enthalten." De heer HUNÄUS is volkomen bekend met mijnen geologischen arbeid. Niet alleen bezit hij de reeds verschenen bladen der geologische kaart van Nederland, maar ik heb hem ook eenen afdruk, voor de geologie alleen, van mijne schoolkaart, door eene verklaring in het Fransch opgehelderd, toegezonden; en buitendien nog kopijen mijner groote kladkaart op die bladen onzer topographische kaart geteekend waarop de grenzen van Hannover aangegeven zijn. Dat hij onder den naam van älteres Fluss-

alluvium dezelfde gronden bedoelt als ik onder dien van zanddiluvium heb aangegeven, blijkt duidelijk uit zijne kaart, waarop, hoewel eenigzins gebrekkig, mijn zanddiluvium, onder den naam van Aelteres Flussalluvium, van mijne kaarten is overgenomen.

Uit het boven gezegde is het duidelijk, dat deze gronden niet tot het alluvium behooren wanneer men aan dit woord in tegenoverstelling van diluvium, de beteekenis hecht van vormingen uit het jongste, het hedendaagsche, het nog voortdurende tijdperk der geschiedenis van de aardoppervlakte. Ook zijn deze gronden niet regtstreeks uit groote rivieren bezonken, geen Flussalluvium. De uitgestrekte vlakten, welke daarmede, tot op eene groote diepte, bedekt zijn in België, Nederland, Munsterland en zelfs in Hannover aan den voet van het Wesergebergte, omstreeks Quackenbrück en in Oldenburg, overal zonder dat daarmede eenige oude stroombedding hoegenaamd in verband staat, pleiten daartegen ten sterksten. Wanneer groote rivieren dit gevormd hadden, dan moesten er, ten blijke van het terugtrekken dier rivieren, zulke oeverbanken aan te wijzen zijn, als ik, bij voorbeeld, aan de Maas en den IJssel heb aangetroffen en beschreven in de *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie, Afd. Natuurk.*, Dl. X. blz. 285. Mogelijk is het dat er zulke oeverbanken in het zanddiluvium uitgegroefd zijn, aan de oevers van de Elbe de Aller en de Weser, zooals wel, naar de ligging op de kaart van Dr. HUNÄUS, te vermoeden is, en dat juist dit hem op het dwaalspoor heeft gebragt. Die oeverbanken zijn echter een gewrocht van latere tijden, en hebben niets gemeens met de oorspronkelijke wording van deze gronden in het diluviale tijdperk.

Uit mijne voorstelling van die wording, vergeleken met die van Dr. HUNÄUS, moet men alzoo besluiten, dat het zanddiluvium geen Aelteres Flussalluvium zijn kan, maar

dat die naam alleen past op de zoogenoemde oeverbanken der tegenwoordige groote rivieren, gelijk die zoo meesterlijk door HITCHCOCK in Noordamerika, en later ook aan de Maas en den Rhijn, zijn aangewezen.

Ik kan niet nalaten om, in 't voorbijgaan, op eene verkeerdheid te wijzen in de overzigtskaart van Dr. HUNÄUS, op het niet onderscheiden namelijk van de hooge en lage veenen. Het moet toch eene averegtsche voorstelling van de zaak geven, wanneer men, in ligging en oorsprong zoo geheel verschillende gronden onder éénen naam zamenvat en met ééne kleur op de kaart aanduidt. Wanneer men ze niet onderscheiden wil, omdat zij in ouderdom, in tijd van ontstaan, overeenkomen, dan diende men evenmin zandstuivingen, beek- en rivierbezinkingen en zeeaanspoelingen, onderling of van de hooge en lage veenen, op de kaart te onderscheiden. Even verkeerd is het om, gelijk hier ook geschied is, de zeeduinen en de gewone zandstuivingen op diluviale gronden niet van elkander te onderscheiden, hoewel dit eenigzins minder bezwaar geeft, omdat de ligging in de meeste gevallen reeds den verschillenden oorsprong aanduidt.

Hetgeen de Heer D'OMALIUS D'HALLOY tegen het sable campiniën, en bijgevolg ook tegen mijn zanddiluvium, geopperd heeft, betreft vooreerst de naamsverandering van broeken in zanddiluvium, hetgeen ik mij veroorloofd heb zoodra ik, twaalf jaar geleden, nadere kennis met deze gronden had gemaakt. De zoo even opgegeven redenen van die verandering zullen, vertrouw ik, voldoende zijn om over het kleine gebrek van dien naam heen te doen stappen, dat hij op alle, uit zand bestaande lagen uit het diluviale tijdperk toepasselijk is, en dus niet bepaaldelijk alleen op deze gronden past.

De Heer D'OMALIUS is wijders niet overtuigd, dat het

sable campiniën op het diluviaal gruis uit de Ardennen ligt, alzoo op dat gedeelte van ons grinddiluvium hetwelk ik Maasdiluvium genoemd heb. In Noordbrabant evenwel, en zeer zeker ook overal in België, kan men zulks opmerken op alle plaatsen waar de beide gronden aan elkander grenzen, zooals aan den voet van den grindrug, welke van Alphen over Rijen naar Oosterhout loopt, en die als 't ware onder het zanddiluvium oostwaarts en westwaarts weg schiet. Daar, onderanderen, waar het zand in de nabijheid dier ruggen weggestoven is, ziet men regelmatig het grind en de keijen van het onderliggende grinddiluvium voor den dag komen, zoo hier in Noordbrabant als op de Veluwe, in Overijssel en bij het Scandinavisch diluvium in de noordelijke provinciën. Bij het graven van het Kempenkanaal op de hoogte van Lommel, heb ik ook, even als DUMONT, duidelijk opgemerkt, dat daar het Maasdiluvium, in de diepte, onder het zanddiluvium ligt.

De Heer D'OMALIUS kan zich niet voorstellen dat het Belgische en Noordbrabandsche grinddiluvium tot hetzelfde tijdperk van ontstaan behoort als het zanddiluvium; omdat de wording van het laatste moeijelijk kan toegeschreven worden aan de uit het zuiden toestroomende wateren, die, zonder twijfel, het grind en de keijen van het eerste hebben overgevoerd. Deze zwarigheid vervalt echter geheel wanneer men slechts inziet, dat het zanddiluvium veel later en op eene andere wijze, door zich geheel anders bewegende wateren, gevormd is, dan het oudere en gedeeltelijk daaronder liggende steengruis uit de Ardennen.

In de omstreken van Antwerpen ligt, volgens de kaart van DUMONT, het sable campinien onmiddellijk op de Crag-vorming, of het *système scaldisien* van DUMONT, en dit zand vermoedt de Heer D'OMALIUS dat eerder tertiair en wel pliocenisch, dan quartair- of diluviaal is. Het zand ligt, met volkomen overeenstemmende lagen, *une stratifica-*

tion concordante, op den crag, en is van dezen alleen onderscheiden door een volkomen gemis aan versteeningen, waarvan de crag, gelijk bekend is, eenen grooten overvloed bevat. Bij vormingen, welke zoo weinig verandering in de waterpasse ligging ondergaan hebben, als de tertiaire gronden om Antwerpen, heeft deze overeenstemmende ligging der lagen, in zoover, wel te verstaan, die te herkennen zijn, weinig te beduiden, en bewijst evenmin een onafgebroken voortgang in ontstaan van het zand en den crag, als van den crag en het daaronder liggende bolderberger zand, en weder van het bolderberger zand en den hier onder liggenden rupelleem. Bij de jongste ontgravingen voor de vestingwerken van Antwerpen zijn toch deze drie vormingen voor den dag gekomen: want tusschen de wording van den midden oligocenischen rupelleem, en het miocenische bolderberger zand, is een langdurig tijdperk voorbij gegaan, waarin de stemberger gronden, dat zijn de gronden van Crefeld en, in Limburg, het zwarte zand van Elsloo, bezonken zijn. Tusschen de wording van het bolderberger zand en van den crag, althans van de bovenste craglagen, moet de neder-rhijnsche en limburgsche bruinkoolvorming, met hare witte zanden en zandsteenen, en buitendien de gronden van de Beneden-Elbe, dat is, ten onzent, die van Eibergen, gevormd, en dus eene zeer lange reeks van eeuwen verloopen zijn. Het is gevolglijk in 't minste niet onwaarschijnlijk om aan te nemen, dat er tusschen de wording van den crag en het zand, dat dezen te Antwerpen bedekt, het geheele, langdurige tijdperk verloopen is, waarin het zuiden, oosten en noordoosten hunne grind- en kei-massa's herwaarts hebben aangevoerd, waarin namelijk het diluvium is gevormd, en dat alzoo dit zand werkelijk het sable campinien of het z a n d d i l u v i u m is.

De heer D'OMALIUS, zoo hij dan al welligt toegeven kan, dat het zanddiluvium van noordoostelijk België en Noord-

brabant jonger is dan het grinddiluvium, en als een afslijtsel of afspoelsel van dit laatste beschouwd moet worden, meent dan toch gronden te hebben om te moeten aannemen, dat het zand van het westen der provincie Antwerpen en van Vlaanderen, tot eene oudere vorming behoort, tot den plioceníschen crag, welke onmiddellijk hieronder ligt. Het zanddiluvium zoude alzoo in twee, in tijd van ontstaan ver uit een liggende afdeelingen gesplitst moeten worden, in een oostelijk diluviaal en een westelijk pliocenisch zand. De voorname grond voor dit gevoelen is, dat er in de provincie Antwerpen en in de Vlaanderens geene overblijfselen van het moedergesteente, het grinddilivium zouden voorkomen; en dit is ook werkelijk het geval; want de grindrug met ardenner rotsgruis, die zich het meest westwaarts uitstrekt, is die tusschen Alphen en Oosterhout in Noordbrabant. Maar mij schijnt zulk een ver verwijderd liggen van den oorsprong dezer zanden niet zoo onbegrijpelijk toe; omdat ook meer noordwaarts het zanddiluvium zich zeer ver schijnt uit te strekken, den ondergrond vormende van Holland, van de Zuiderzee, van Vriesland en Groningen en zelfs van de Noordzee. Onze zeeduinen zullen hoofdzakelijk wel bestaan uit diluviaalzand, dat, door de hedendaagsche zee, van de plaats gedreven en opgeworpen is tegen de kusten, waar de wind dit vervolgens opgevat en te zamen geblazen heeft. Zeer waarschijnlijk is het buitendien, dat de vlaamsche tertiaire gronden niet weinig van hun zand afgestaan, en alzoo ook tot de zamenstelling van het aangrenzende zanddiluvium bijgedragen hebben. Het roode zand van het plioceuische *systême diestien* vindt men onder anderen, zoo ik mij niet vergis, terug, in de sterk rood gekleurde zandstuivingen, die het kamp van Beverlo omringen, en ik meen dit ook, zelfs veel verder noordwaarts, bij Mill, niet ver van Grave, te hebben aangetroffen. In Vlaanderen zal een vlijtig nazoeken waarschijn-

lijk wel iets dergelijks doen vinden. Dit merkwaardige *système diestien* bedekt de toppen van de tertiaire heuvels in het midden van België, en is, voor weinig jaren eerst, met eene volkomen met deze overeenstemmende ligging, in Engeland ten zuiden van de Theems aangewezen. Het komt mij niet onaannemelijk voor, om hierbij te denken aan zeeduinen uit den pliocenischen tijd, aan het opgewaaide zand van de cragvorming.

Zoolang er echter geene versteeningen in het vlaamsche zanddiluvium gevonden worden, die duidelijk eenen pliocenischen oorsprong aantoonen, blijft het vermoeden van den Heer D'OMALIUS eene hypothese. Daarentegen moet men niet vergeten, dat er in Vlaanderen herhaaldelijk Mammouthsbeenderen aangetroffen zijn, die het aanwezen in deze streken van gronden uit het diluviale tijdperk aantoonen. De wijze waarop die beenderen hier voorkomen bewijst duidelijk, dat deze dieren te dier plaatse geleefd hebben, en dat hunne overblijfsels niet eeuwen lang na den dood derwaarts vervoerd kunnen zijn; want ware dit niet het geval, dan zou men het voorkomen in alluviale gronden van verplaatste diluviale beenderen kunnen vermoeden.

Ik wil het den Heer D'OMALIUS wijders gaarne toegeven, dat het bezwaarlijk blijft om zich een duidelijk begrip te maken van de groote meren of zoetwaterkommen, waarin zich het zanddiluvium gevormd heeft, in zoo ver men dit niet alléén als een afspoelsel aan den voet der heuvelen en heuvelruggen van het grinddiluvium beschouwen kan. De oevers dier kommen zijn verdwenen, of door dikke lagen van alluvialen oorsprong bedekt geworden. Dat er hier echter iets dergelijks bestaan heeft, als thans bij de groote meren van Noordamerika, is hoogstwaarschijnlijk. De plek, die het Huronmeer beslaat, is ruim zoo groot als de geheele oppervlakte, die door het zanddiluvium van België, Nederland en Hannover wordt ingenomen.

Even raadselachtig als de voormalige grenzen van het zanddiluvium, blijven nog steeds die van het löss in België en het noordwesten van Frankrijk. Te vergeefs toch zoekt men naar de noordelijke oevers van het zoetwatermeer, waarin de kleilagen van dit löss bezonken moeten zijn.

Uit dit alles kan, naar mijn inzien, de slotsom worden opgemaakt: dat het zanddiluvium van Nederland dezelfde vorming is als het sable campinien van DUMONT in België, ook waar dit in Vlaanderen op diens kaart is aangewezen; en tevens dezelfde vorming als het *Aelteres Flussalluvium* in Hannover van HUNÄUS;

Dat het zanddiluvium geene alluviale, maar diluviale vorming is, hoewel op de grenzen van beide tijdperken ontstaan zijnde en den overgang makende van het eene tot het andere. Het is aldus ouder dan de voormalige oeverbanken der tegenwoordige rivieren, die op vele plaatsen hare bedden in het zanddiluvium hebben uitgegroefd;

Dat het zanddiluvium grootendeels bezonken schijnt te zijn in zoetwatermeren, hoewel meestal de oevers dier meren niet meer te vinden zijn;

Dat, eindelijk, de bestanddeelen van het zanddiluvium voornamelijk ontleend zijn aan het grinddiluvium, aan de heuvels en heuvelruggen die met grind en keijen uit Scandinavië, en uit de gebergten die Nederland oostwaarts begrenzen, uit de Rhijnstreken en uit de Ardennen, verruld zijn.

OVER

ELEKTRISCHE SPANNING EN POTENTIAAL.

DOOR

R. VAN REES.

Het is algemeen bekend dat het woord *spanning* (tension) in de leer der statische elektriciteit niet alleen bij verschillende schrijvers, maar ook somtijds bij denzelfden schrijver in verschillende beteekenissen gebruikt wordt, terwijl bij geen hunner eene algemeene methode aangegeven is, om de grootte dier spanning numerisch te bepalen. Als voorbeeld moge het algemeen verspreide *Traité élémentaire de Physique* van GANOT dienen, waarvan in 1864 de elfde uitgaaf verscheen en dat de eer eener Duitsche, Engelsche en Hollandsche vertaling genoten heeft. Op p. 583 wordt de spanning aldus gedefiniëerd: „L'effort que fait l'électri„cité pour se dégager des corps se nomme *tension*," en p. 584 hierbij gevoegd: „Quelle que soit la forme d'un „corps électrisé, l'analyse fait voir qu'en chaque point de „la surface la tension est proportionnelle au carré de l'épais„seur de la couche électrique." GANOT maakt echter later van deze definitie niet het minste gebruik. Reeds twee bladzijden verder, waar hij van het verlies van elektriciteit in de lucht spreekt, wijkt hij er van af. COULOMB had gevonden *), dat dit verlies evenredig is aan de *digtheid* der

*) *Mém. de l'Acad.* 1785, p. 618. Pour un même état de l'air, la erte de l'électricité est toujours proportionnelle à la densité électrique.

elektriciteit, welk woord bij hem hetzelfde beteekent als de door vele Fransche schrijvers en ook door GANOT gebruikte uitdrukking: „épaisseur de la couche électrique." GANOT formuleert deze wet aldus: „la déperdition dans „un temps très court est proportionnelle à la tension." Hier wordt dus *spanning* als synoniem met *digtheid* genomen, terwijl zij vroeger gezegd was evenredig te zijn aan het kwadraat der digtheid.

In het overigens verdienstelijke werk van GAVARRET, *Traité de l'électricité*, Paris 1857, vindt men, p. 38, eene andere definitie: „On appelle *tension* d'une portion de „la surface d'un corps électrisé l'action attractive ou ré„pulsive que cette portion de surface exerce sur un corps „électrisé situé en dehors d'elle." Hij laat echter dadelijk hierop volgen, dat deze werking evenredig is aan de dikte der elektrische laag op dat gedeelte der oppervlakte, en vervolgt nu: „Ces deux expressions *tension électrique* et „*épaisseur de la couche électrique* représentent donc deux „quantités exactement proportionnelles Nous nous en ser„virons indistinctement pour caractériser l'état électrique „de la surface entière ou d'une partie déterminée de la „surface d'un conducteur quelconque."

Het zal niet noodig zijn meer voorbeelden aan te halen ten bewijze, dat het begrip van elektrische spanning in de leerboeken steeds zeer onbestemd gebleven is. Het kan daarom ook niet bevreemden, dat vele schrijvers het gebruik van dat woord hebben afgekeurd. Reeds BIOT waarschuwde er tegen *). Later heeft RIESS er zich bepaald tegen verklaard en beweerd, dat het voldoende is, de hoeveelheid en digtheid der elektriciteit te kennen, om alle elektrische werkingen en hare afhankelijkheid van elkander

---

*) *Traité de Physiqe*, 1816. II. 356.

met juistheid op te vatten *). Intusschen is er eene elektrische werking, die niet zoo onmiddellijk uit de hoeveelheid en digtheid kan afgeleid worden, dat het niet wenschelijk en voor de wetenschap bevorderlijk zijn zoude, haar door een eigen naam te kenmerken, te meer daar hare grootte steeds op eene eenvoudige wijze door proefneming kan gevonden worden.

Reeds voor elf jaren werd door BOURBOUZE eene proef medegedeeld, die meer opmerkzaamheid schijnt te verdienen dan haar door de natuurkundigen geschonken is †). BOURBOUZE verbond door metaaldraden twee gelijke elektroskopen, den eenen met de buitenzijde, den anderen met de binnenzijde van een geëlektriseerden vollen bol. Beide elektroskopen gaven dezelfde aanwijzing. Hij besloot hieruit, dat de aan een hollen bol medegedeelde elektriciteit zich gelijkelijk over de binnen- en buiten-oppervlakte uitbreidt. Men ziet dadelijk in, dat deze gevolgtrekking geheel ongegrond is. Intusschen is er eene bijzonderheid, die een nader onderzoek verdient, namelijk de gelijkheid van aanwijzing der beide elektroskopen.

De volgende proeven kunnen ter bevestiging en uitbreiding van die van BOURBOUZE dienen. Men elektrisere een geïsoleerden geleider van geheel willekeurigen vorm, plaatse een elektroskoop op zoodanigen afstand, dat hij door de elektriciteit des geleiders niet merkbaar geïnfluenceerd wordt, verbinde met den elektroskoop een dunnen draad en brenge nu het andere uiteinde des draads op verschillende plaatsen met den geleider in aanraking of voere het glijdend langs denzelven heen. De goudblaadjes des elektroskoops vertoonen eene bepaalde afwijking, die onveranderd blijft, in welk

---

*) *Die Lehre von der Reibungs-Elektricität.* I. 52.

†) *Comptes rendus*, 36, 616.

punt de aanraking ook plaats heeft, en zelfs nadat de draad van den geleider verwijderd is.

Men verkrijgt dezelfde uitkomst, indien men onderscheiden geleiders van verschillende vormen met elkander verbindt en nu den draad, die van den elektroskoop uitgaat, langs die geleiders voert. De afwijking der blaadjes blijft constant, hoe groot ook het verschil van digtheid der elektriciteit op verschillende punten dier geleiders zijn moge.

Zelfs wanneer de geleider, wiens elektrischen toestand men met den elektroskoop onderzoekt, onder den invloed van een geëlektriseerd ligchaam staat, is de uitkomst dezelfde. In de bekende proef, waarbij een lange cylinder op isolerenden voet tegenover een geëlektriseerden bol geplaatst wordt, wijst het onderzoek met een proefschijfje de ongelijknamige elektriciteit op het naar den bol gekeerde uiteinde des cylinders, de gelijknamige op het afgewende uiteinde aan. Daarentegen wijken de blaadjes des elektroskoops evenveel en met de elektriciteit des bols uiteen, hetzij de draad het eene of het andere uiteinde aanraakt.

Uit deze proeven blijkt, dat door den op gemelde wijze aangewenden elektroskoop eene geheel andere bijzonderheid van den elektrischen toestand der oppervlakte eens geleiders aangeduid wordt, als door een proefschijfje. Door dit laatste bepaalt men de digtheid der elektriciteit op elke plaats waar het aangelegd wordt. De vraag ontstaat dus, wat eigenlijk door den elektroskoop wordt gemeten.

De wiskundige theorie der elektriciteit geeft op deze vraag een volledig antwoord. Zij berust geheel op de invoering eener functie, *potentiaal* genaamd, waarvan de definitie zeer eenvoudig is. Zij M een willekeurig punt in eene ruimte, waarin zich geëlektriseerde ligchamen bevinden. Men verdeele die ligchamen, of indien zij geleiders zijn en de elektriciteit zich dus op hunne oppervlakten bevindt, die oppervlakten in oneindig kleine elementen ds. Zij kds

de hoeveelheid elektriciteit in eenig element *ds*, zoodat *k* de elektrische digtheid is, positief of negatief te nemen naarmate de elektriciteit zelve positief of negatief is. Deelt men dan elke elementaire hoeveelheid *kds* door den afstand *r* van M en *ds*, zoo is de algebraische som der quotiënten de *potentiaal* der aanwezige elektriciteit in het punt M. Zij is eene functie der coördinaten van M. Duidt men haar door V aan, zoo is:

$$V = \int \frac{kds}{r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Tevens heeft men, als Q de geheele hoeveelheid aanwezige elektriciteit is,

$$Q = \int kds \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Beide integralen strekken zich over al de geëlektriseerde ligchamen uit.

De vergelijkingen (1) en (2) leiden tot eene belangrijke gevolgtrekking ten aanzien van een op zich zelf staanden (niet door andere ligchamen geïnfluenceerden) geleider, waaraan elektriciteit is medegedeeld. Want daar de verhouding, in welke de elektriciteit tusschen de elementen der oppervlakte verdeeld wordt, alleen door den vorm des geleiders bepaald is en niet van Q afhangt, is het uit (2) duidelijk, dat wanneer Q toe- of afneemt, ook *k* in dezelfde reden verandert, hetgeen dus ook volgens (1) met V het geval zal zijn. Derhalve is de *potentiaal* der elektriciteit van een op zich zelf staanden geleider steeds aan hare hoeveelheid en tevens aan hare digtheid in een bepaald punt evenredig. Deze evenredigheid bestaat niet meer, wanneer men twee geleiders van verschillenden vorm of grootte met elkander vergelijkt.

De wiskundige theorie bewijst verder, dat, hetzij een ge-

leider al of niet door andere ligchamen geïnfluenceerd wordt, er bij den evenwigtstoestand steeds eene zoodanige verdeeling der elektriciteit over zijne oppervlakte plaats heeft, dat de potentiaal van al de aanwezige elektriciteit in elk punt des geleiders en dus ook aan zijne oppervlakte eene constante waarde verkrijgt. Deze en de vorige stelling zijn ook toepasselijk op elk stelsel van onderling verbondene geleiders, daar zulk een stelsel steeds als één geleider van meer zamengestelden vorm beschouwd kan worden. Is de geleider tevens met den grond verbonden, zoo is de potentiaal = 0.

Hieruit volgt, dat wanneer men een elektroskoop door een metaaldraad met een geëlektriseerden geleider verbindt, de potentiaal in den elektroskoop dezelfde waarde zal aannemen als in den geleider. Is de elektroskoop zoover van den geleider verwijderd, dat hij daardoor niet geïnfluenceerd wordt, zoo zal daartoe zooveel elektriciteit op den elektroskoop moeten overvloeijen, dat de potentiaal dier elektriciteit in den elektroskoop de gemelde waarde bereikt. De geringe influentie, door den verbindenden draad, die zeer dun kan genomen worden, op den elektroskoop uitgeoefend, wordt hier buiten rekening gelaten.

Het blijkt nu duidelijk, waarom de plaats, waar de geleider door den draad wordt aangeraakt, geen invloed heeft op de aanwijzing des elektroskoops. Want dewijl de potentiaal over de geheele oppervlakte des geleiders constant is, zal, welk ook het aanrakingspunt zij, de elektroskoop in denzelfden toestand gebragt worden.

Terwijl wij dus hierin de verklaring der vroeger vermelde proeven vinden, is tevens het bewijs geleverd, dat de potentiaal aan de oppervlakte der geleiders eene voor meting vatbare grootheid is. Zij houdt daardoor op, een abstract wiskundig begrip te zijn; zij komt onder het bereik der waarneming, en daarmede vervallen de zwarig-

heden, die tot dusverre hare invoering bij de behandeling der proefondervindelijke elektriciteitsleer verhinderd hebben. Zoover mij bekend is, was VON BEZOLD de eerste, die deze opmerking gemaakt heeft *).

Wanneer eene naauwkeurige meting vereischt wordt, is de gewone goudblad-elektroskoop onvoldoende. Men zal dan een der vele elektrometers kunnen bezigen, in de laatste jaren door DELLMANN, KOHLRAUSCH, RIESS en anderen voorgeslagen.

Men kan nog de bedenking maken dat, welk instrument ook tot meting gebruikt worde, een gedeelte van de elektriciteit des aan het onderzoek onderworpen ligchaams daarop overgaat, en de gemetene potentiaal dus kleiner zijn zal, dan zij vóór de verbinding met den elektrometer was. De bedenking is gegrond, maar zij komt ook bij vele andere metingen voor. Wanneer bijv. eene stroomsterkte zal gemeten worden en men daartoe een galvanometer in de keten brengt, verzwakt men evenzeer den te meten stroom en verkrijgt zijne door invoeging des galvanometers gewijzigde sterkte. In ons geval zal de vermindering der potentiaal des te geringer zijn, hoe kleiner de oppervlakte des elektrometers is in vergelijking van die des onderzochten geleiders, en hoe dunner de draad waardoor de verbinding tot stand gebragt wordt.

Vergelijkt men nu de bij GANOT en GAVARRET voorkomende definitiën van elektrische spanning met het hierboven ontwikkelde begrip van potentiaal, zoo bemerkt men dadelijk, dat zij tot geheel verschillende grootheden betrekkelijk zijn. De definitie van GANOT, naauwkeurig geformuleerd, duidt de tot de eenheid van oppervlakte herleide kracht aan, waarmede de elektriciteit, op een element ds

---

*) VON BEZOLD, *Ueber die physikalische Bedeutung der Potentialfunction in der Elektricitätslehre*. München 1861.

der oppervlakte aanwezig, tegen de isolerende omgeving gedrukt wordt. De theorie leert, dat deze kracht is $= 2\pi k^2$, dus evenredig aan het kwadraat der digtheid. Door de definitie van GAVARRET wordt de kracht bedoeld, waarmede eene eenheid elektriciteit, in de onmiddellijke nabijheid des geleiders geplaatst, aangetrokken of afgestooten wordt. Deze kracht is volgens de theorie $= 4\pi k$, dus evenredig aan de eerste magt der digtheid.

Wij merkten intusschen reeds vroeger op, dat noch GANOT noch GAVARRET aan hunne definitiën getrouw gebleven zijn. Let men dus alleen op het gewone gebruik, door deze en andere schrijvers over elektriciteit van het woord *spanning* gemaakt, zoo overtuigt men zich spoedig, dat het op de meeste plaatsen gevoegelijk door *potentiaal* kan vervangen worden. Reeds voor twaalf jaren heeft CLAUSIUS, die evenzeer met de wiskundige als met de proefondervindelijke elektriciteitsleer bekend is, op de overeenkomst dier beide woorden gewezen. In zijne verhandeling over de theorie der Franklinsche ruit zegt hij, van de potentiaal sprekende: „welche Grösse hier, wie in vielen Fällen, als „das geeignetste Maass dessen zu betrachten ist, was man „gewöhnlich mit dem etwas unbestimmten Ausdrucke Span„nung bezeichnet" *). Zonder hier in verdere bijzonderheden te treden, wil ik slechts één voorbeeld aanvoeren, waarin de overeenstemming volkomen is. Bij de ongeslotene Voltasche zuil of galvanische batterij wordt de elektrische toestand der polen algemeen door het woord spanning aangeduid; maar tevens wordt die toestand gemeten, door de pool met een elektroskoop in verband te stellen. Hetgeen men hier meet is dus werkelijk de waarde der potentiaal aan de pool.

Daar nu ter verklaring van sommige elektrische ver-

*) POGG. *Ann.* 86, 197.

schijnselen het begrip van potentiaal noodwendig in de experimentele elektriciteitleer moet opgenomen worden, kan het raadzaam schijnen, daarvoor den reeds gangbaren term spanning te behouden en er alle dubbelzinnigheid aan te ontnemen door spanning te noemen dien toestand eens geëlektriseerden geleiders, welke door een op afstand geplaatsten en door een dunnen draad met den elektrometer verbonden elektrometer gemeten wordt *). Hierdoor zoude echter het voorgestelde doel niet bereikt zijn. Het begrip van potentiaal heeft eenen wijderen omvang dan in de gegeven definitie uitgesproken is. Immers heeft de potentiaal eene bepaalde waarde, niet alleen aan de oppervlakte der geleiders, maar ook in elk punt der uitwendige ruimte. De kennis dier waarde buiten de geëlektriseerde ligchamen, waar zij van punt tot punt veranderlijk is, levert buitendien, gelijk wij spoedig zien zullen, belangrijke toepassingen op en kan door meting even goed verkregen worden als aan de oppervlakte der geleiders. Daar dit onderwerp, zoover mij bekend is, nog niet opzettelijk is behandeld, zal ik mij hier eene korte wiskundige ontwikkeling veroorloven.

Hoewel de potentiaal der op de oppervlakte eens geleiders verdeelde elektriciteit door dezelfde formule $\int \frac{k\,ds}{r}$ wordt aangeduid, hetzij het punt, waartoe zij betrekkelijk is, binnen of buiten de oppervlakte ligt, leidt de integratie echter in die twee gevallen tot twee verschillende functiën der coördinaten van het punt, die alleen voor punten, in de oppervlakte gelegen, zamenvallen. Ik zal die functiën door de namen *inwendige* en *uitwendige* potentiaal en door de teekens V_i en V_u onderscheiden.

Bij eene bolvormige oppervlakte bestaat er eene een-

*) Von Bezold. S. 18, noot.

voudige betrekking tusschen beide functiën, waardoor de eene bekend zijnde, de andere dadelijk gevonden wordt. Zij a de radius des bols, welks middelpunt als oorsprong van coördinaten genomen wordt; u, θ, φ de polaire coördinaten van het punt M, waartoe de potentiaal betrekkelijk is; a, θ' φ' die van een willekeurig element ds der oppervlakte; k de digtheid in ds, die eene functie van θ' en φ' is, zoo is

$$ds = ka^2 \, Sin.\theta' \, d\theta' \, d\varphi'$$

$$r = \sqrt{a^2 - 2au\{Cos.\theta \, Cos.\theta' + Sin.\theta \, Sin.\theta' \, Cos.(\varphi - \varphi')\} + u^2},$$

derhalve

$$V = a^2 \int \frac{k \, Sin.\theta' \, d\theta' \, d\varphi'}{\sqrt{a^2 - 2au\{Cos.\theta Cos.\theta' + Sin.\theta Sin.\theta' Cos.(\varphi - \varphi')\} + u^2}}.$$

De integratie strekt zich uit over de geheele oppervlakte, dus van $\theta' = 0$ tot $\theta' = \pi$ en van $\varphi' = 0$ tot $\varphi' = 2\pi$. De coördinaten u, θ, φ van M worden daarbij als constanten behandeld.

Nu kan de factor $\frac{1}{\sqrt{a^2 - \text{enz.}}}$, die symmetrisch is ten opzigte van a en u, ontwikkeld worden in eene reeks, geordend volgens de opklimmende magten hetzij van $\frac{u}{a}$ of van $\frac{a}{u}$. Daar echter de reeks convergent moet zijn, zal men de eerste ontwikkeling kiezen, indien het punt M inwendig en dus $u < a$, de tweede, indien M uitwendig en dus $u > a$ is. De vorm der reeks is in het eerste geval

$$\frac{1}{\sqrt{a^2 - \text{enz.}}} = \frac{1}{a}\left\{1 + M_1 \frac{u}{a} + M_2 \frac{u^2}{a^2} + \text{enz}\right\}$$

en in het tweede

$$\frac{1}{\sqrt{a^2 - \text{enz.}}} = \frac{1}{u}\left\{1 + M_1\frac{a}{u} + M_2\frac{a^2}{u^2} + \text{enz.}\right\}.$$

De functiën M_1, M_2 enz., die alleen θ, φ, θ', φ' bevatten, zijn in beide reeksen identisch. Wij vinden dus:

$$V_i = a\int k\,Sin.\theta'\,d\theta'\,d\varphi'\left\{1 + M_1\frac{u}{a} + M_2\frac{u^2}{a^2} + \text{enz.}\right\},$$

$$V_u = \frac{a^2}{u}\int k\,Sin.\theta'\,d\theta'\,d\varphi'\left\{1 + M_1\frac{a}{u} + M_2\frac{a^2}{u^2} + \text{enz.}\right\}.$$

Stelt men nu

$$\int k\,Sin.\theta'\,d\theta'\,d\varphi' = N_0,$$

$$\int k M_1\,Sin.\theta'\,d\theta'\,d\varphi' = N_1,$$

$$\int k M_2\,Sin.\theta'\,d\theta'\,d\varphi' = N_2,$$

enz. enz.,

zoo wordt

$$V_i = a\left\{N_0 + N_1\frac{u}{a} + N_2\frac{u_2}{a^2} + \text{enz.}\right\},$$

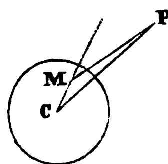
$$V_u = \frac{a^2}{u}\left\{N_0 + N_1\frac{a}{u} + N_2\frac{a^2}{u^2} + \text{enz.}\right\}.$$

Uit den vorm van de tweede leden dezer vergelijkingen erkent men nu dadelijk, dat de eene functie uit de andere kan worden afgeleid. Stelt men namelijk

$$V_i = f(u), \qquad V_u = F(u),$$

zoo is

$$F(u) = \frac{a}{u}f\left(\frac{a^2}{u}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$



Beschouwt men nu een geleidenden bol, door een dunnen draad met den grond verbonden en waarop eene in een uitwendig punt P geconcentreerde hoeveelheid elektriciteit $= \mu$ door influentie werkt, zoo kan vooreerst de inwendige potentiaal V_i der op de oppervlakte des bols opgewekte influentie-elektriciteit dadelijk gevonden worden. Zij C het middelpunt, M een willekeurig punt binnen den bol. Men stelle den straal $= a$,

$$CP = p,\ CM = u,\ MP = r,\ MCP = \theta.$$

Zij voorts q de hoeveelheid der influentie-elektriciteit op den bol. Wegens zijne verbinding met den grond is de potentiaal van al de aanwezige elektriciteit in het punt $M = 0$. Deze potentiaal is de som van de potentiaal der influentie-elektriciteit of V_i en van die der influencerende elektriciteit μ, welke $= \frac{\mu}{r}$ is; zoodat

$$V_i + \frac{\mu}{r} = 0,$$

en daar

$$r = \sqrt{p^2 - 2pu \, Cos.\, \theta + u^2}$$

wordt

$$V_i = -\frac{\mu}{\sqrt{p^2 - 2pu \, Cos.\, \theta + u^2}}.$$

De vergelijking (3) geeft nu dadelijk voor de potentiaal V_u der influentie-elektriciteit van den bol in eenig uitwendig punt, gelegen in de rigting CM en welks afstand van $C = u$ is,

$$V_u = -\frac{\mu a}{u\sqrt{p^2 - \frac{2pa^2}{u} Cos.\, \theta + \frac{a^4}{u^2}}}.$$

Nu is volgens eene bekende stelling de limiet van het product $u V_u$ bij oneindige toeneming van u gelijk aan de hoeveelheid elektriciteit, wier potentiaal V_u is. Wij hebben dus

$$\text{Lim.}\ (u V_u) = q,$$

waaruit volgt, voor V_u hare waarde stellende,

$$-\frac{\mu a}{p} = q.$$

Het teeken — duidt aan, hetgeen trouwens van zelf spreekt, dat de influentie-elektriciteit q op den bol tegengesteld is aan de influencerende elektriciteit μ. De vorige vergelijking geeft

$$\frac{\mu}{p} = -\frac{q}{a}.$$

Maar $\frac{\mu}{p}$ is de potentiaal van μ in het middelpunt C des bols. Wij verkrijgen dan de volgende stelling, waarin, kortheidshalve, de in het punt P opgehoopte hoeveelheid elektriciteit μ een *elektrisch punt* genoemd is, —

De potentiaal van een elektrisch punt in het middelpunt eens met den grond verbonden geleidenden bols is gelijk aan de influentie-elektriciteit des bols, gedeeld door zijn radius.

De uitbreiding dezer stelling voor het geval dat de bol niet door een elektrisch punt, maar door een of meer geëlektriseerde ligchamen, die al of niet geleidend zijn kunnen, geïnfluenceerd wordt, is eenvoudig. Men verdeele die ligchamen weder in oneindig kleine elementen. Zij $d\mu$ de hoeveelheid elektriciteit in een dier elementen bevat, dV hare potentiaal in het middelpunt des bols, dq de hoeveelheid der door $d\mu$ op den bol te voorschijn geroepen influentie-elektriciteit, zoo is krachtens de vorige stelling

$$dV = -\frac{dq}{a},$$

waaruit door integratie volgt, als V de potentiaal van de buiten den bol aanwezige elektriciteit in het middelpunt des bols, en q de influentie-elektriciteit op den bol is,

$$V = -\frac{q}{a} \ldots \ldots \ldots \ldots (4)$$

Het bijvoegen eener constante is onnoodig, omdat wanneer de elektriciteit der influencerende ligchamen oneindig afneemt, V en q beide tot de limiet nul naderen. Derhalve:

De potentiaal van willekeurig geëlektriseerde ligchamen in het middelpunt eens met den grond verbonden en geleidenden bols is gelijk aan de influentie-elektriciteit des bols gedeeld door zijn radius.

Veronderstelt men nu dat, terwijl de bol aan de influentie onderworpen is, de draad die de verbinding met de aarde maakt verwijderd, en de bol daarna buiten den invloed der influencerende ligchamen gebragt wordt, zoo behoudt hij dezelfde hoeveelheid elektriciteit, die zich nu echter gelijkmatig over zijne oppervlakte uitbreidt. Is dan hare digtheid $= k$, zoo is

$$q = 4\pi a^2 k,$$

dus

$$V = -4\pi a k \ldots \ldots \ldots (5)$$

volgens welke vergelijking de potentiaal der influencerende ligchamen in het punt, dat gedurende de influentie door het middelpunt des bols werd ingenomen, gelijk is aan het product van drie factoren, welke zijn de digtheid der influentie-elektriciteit op den bol, zijn radius en het getal 4π.

De in de vergelijkingen (4) en (5) bevatte stellingen

geven het middel aan de hand om de potentiaal van een of meer geëlektriseerde ligchamen ook in uitwendige punten te meten. Indien men daarbij steeds denzelfden bol gebruikt, is de potentiaal regtstreeks evenredig zoowel aan de hoeveelheid als aan de digtheid der elektriciteit, die de bol door influentie verkregen heeft.

Het is opmerkelijk, dat deze methode reeds in twee bijzondere gevallen is toegepast geworden, zonder dat de natuurkundigen, die haar aanwendden, steeds duidelijk schijnen ingezien te hebben, wat eigenlijk langs dien weg gemeten werd.

In de eerste plaats moet hiertoe gebragt worden de wijze van proefneming, door FARADAY bij zijn onderzoek omtrent de voortplanting der inductie (influentie) in kromme lijnen gevolgd. Het zal voldoende zijn, hier de eerste zijner proeven te vermelden *). Een van boven uitgeholde en door wrijving geëlektriseerde schellakcylinder werd vertikaal opgesteld, daarop een koperen bol gelegd en de zoogenaamde vrije elektriciteit van dezen door aanraking weggenomen. Om nu den elektrischen toestand op verschillende plaatsen naast en boven den bol te meten, bragt FARADAY het overdragend bolletje (carrierball) zijner wringingsbalans op de te onderzoeken plaats, raakte het aan, isoleerde het weder en onderzocht nu zijne door de influentie verkregene elektriciteit in de wringingsbalans. FARADAY zegt, dat hij op deze wijze de inductive kracht (inductive force) van het schellak meet. Ik treed hier niet in eene beschouwing van de gevolgtrekkingen, die hij uit zijne proeven afleidt, maar wil alleen opmerken, dat de methode dezelfde is, die hierboven theoretisch is ontwikkeld, en dat hier dus niet eene kracht in de mechanische beteekenis des woords, maar de

*) FARADAY, *Experimental Researches*, 11th Series, § 1218. POGG. Ann., 46, 588.

gezamenlijke potentiaal van de elektriciteit des schellaks en des daarop rustenden bols gemeten is.

Op grootere schaal is de methode toegepast bij het meten van de sterkte der atmosferische elektriciteit. QUETELET is de eerste, die hierbij systematisch te werk gegaan is. Sedert 1822 worden te Brussel dagelijks waarnemingen gedaan met eenen elektrometer van PELTIER, op welks stang een koperen bol van één palm middellijn geplaatst is. Bij elke waarneming wordt de elektrometer op een terras gebragt, dat boven de omringende voorwerpen uitsteekt. Men raakt de stang een oogenblik met een afleidenden draad aan, brengt daarna den elektrometer naar beneden en neemt zijne aanwijzing binnenshuis waar.

Deze wijze van waarnemen voldoet intusschen niet geheel aan de vooronderstelling, waarop de vergelijkingen (4) en (5) berusten. Immers zijn niet alleen de bol, maar ook de verdere daarmede verbondene metallische deelen van den elektrometer aan de influentie der luchtelektriciteit blootgesteld en vormen een zeer zamengestelden geleider, waarop die vergelijkingen niet onmiddellijk toegepast mogen worden. Daarentegen wordt die vooronderstelling verwezenlijkt door eene latere, het eerst door DELLMANN ingevoerde waarnemingsmethode, welke ook sedert vele jaren aan het meteorologisch observatorium te Utrecht gevolgd wordt. Een geïsoleerde bol van 1 palm middellijn wordt langs een hoogen paal naar boven geheschen, daar met een metaaldraad aangeraakt en dan neêrgelaten, waarna de verkregene lading aan een elektrometer van PELTIER onderzocht wordt.

Ook uit deze voorbeelden blijkt, hoe belangrijk de theorie der potentialen voor het proefondervindelijk gedeelte der elektriciteitsleer worden kan. Het is dus zeer te wenschen, dat zij spoedig in de leerboeken worde opgenomen en de onbestemde uitdrukking spanning daaruit geheel verdringe.

MEDEDEELING

OMTRENT DE

TOEZENDINGEN, IN DE LAATSTE JAREN AAN 'S RIJKS MUSEUM VOOR NATUURLIJKE HISTORIE GEDAAN, IN BETREKKING TOT DE ENTOMOLOGIE.

DOOR

S. C. SNELLEN VAN VOLLENHOVEN.

'sRijks Museum van natuurlijke historie te Leyden bezit geen orgaan, waardoor onder het wetenschappelijke publiek bekend gemaakt wordt, hetgeen aldaar wordt verrigt en ontvangen, of welke nieuwe diervormen in de verzamelingen worden opgenomen. Sedert de met roem bekende Verhandelingen over de natuurlijke historie der Nederlandsche Oost-Indische bezittingen, welk werk zich, in zijne afdeeling Dierkunde, het laatstgenoemde punt bepaaldelijk ten doel stelde, is van de uitgave van jaarboeken of verhandelingen van het Leidsche museum geene spraak meer geweest. Alleen ontvangt de regering van den Directeur der instelling jaarlijks een rapport omtrent den toestand daarvan en leest men in zeer zeldzame gevallen eene kleine, natuurlijk oppervlakkige mededeeling in de dagbladen omtrent deze of gene meer belangrijke toezending. — Een gevolg van dit alles is dat er eene algemeene onbekendheid heerscht omtrent de zeer merkwaardige aanwinsten, die 's Rijks Museum in de laatste jaren heeft mogen ver-

krijgen, en zoo men al de gewervelde dieren of, eigenlijk juister gezegd, de vogels en visschen van die onbekendheid eenigermate kan uitzonderen, dank zij den Catalogus, welke van de eersten door den Directeur Prof. SCHLEGEL wordt uitgegeven en de publicatiën van Dr. BLEEKER voor de visschen, zoo verkeeren toch alle ongewervelde dieren, benevens de mineralogie, in een staat van onbesprokenheid, waarop slechts enkele soorten eene uitzondering maken.

De overweging van dezen toestand gaf mij aanleiding om een enkel woord te spreken over de toezendingen in de laatste jaren aan 's Rijks Museum ontvangen, voor zoo ver zij betrekking hebben op entomologie. Ik bepaal mij tot dit onderdeel der dierkunde, als zijnde het voorwerp mijner gewone studie, en bovendien omdat het overvloedig aanleiding geeft tot een overzigt, als ik in deze bladzijden wensch te leveren.

Gedurende de laatste jaren van het leven van den voorgaanden Directeur werden geene toezendingen ontvangen; tegenwoordig zijn de sluizen, waardoor ons de schatten van Oost en West moeten toevloeijen, weder geopend en is die stroom werkelijk met bijzondere snelheid vloeijende. Deze gunstige wijziging moet geweten worden, zoowel aan de ijverige bemoeijingen van den tegenwoordigen Directeur, als aan eene veranderde zienswijze der regering en voornamelijk ook aan de belangstelling van den tegenwoordigen Gouverneur-Generaal onzer Oost-Indische bezittingen in al wat tot wetenschap in het algemeen en natuurlijke geschiedenis in het bijzonder betrekking heeft. Van daar dan ook, dat terwijl wij enkele bezendingen ontvingen uit West-Indië en de Goudkust, onze koloniën in Oost-Indië ons een tal van toezendingen hebben opgeleverd.

Door ruilhandel staat het Museum in betrekking tot zeer verschillende, nagenoeg alle landen van den aardbodem; daardoor verkrijgen wij echter, op weinige uitzonde-

ringen na, slechts die vormen, welke aan andere natuurkundigen reeds bekend en meestal ook reeds beschreven zijn. Toezendingen uit onze eigene koloniën evenwel leveren ons geheel onbekende, onverwachte, en soms zeer grillige dierenvormen, waardoor alzoo niet slechts het getal der voorwerpen of soorten in de verzameling vermeerderd, maar in het algemeen onze kennis aan den schakel der geschapen wezens vergroot en de grens der entomologie uitgebreid wordt. Dit laatste is evenwel tot nog toe schier niet toepasselijk geweest op de bezendingen uit West-Indië. Uit Suriname ontving 's Rijks Museum een paar kleine verzamelingen van iemand, omtrent wiens naam wij tot heden in het onzekere verkeeren, en eene dergelijke van den Heer STEENBERGHE, Officier der Artillerie, terwijl de Heer EMAUS DE MICAULT te Gouda ons eenige *Arachniden* van het eiland Aruba ten geschenke gaf. Van onze Africaansche kolonie zond ons voor eenige jaren de Gouverneur NAGTGLAS eenige kleine toezendingen, waarbij er eene was uitmuntende doordien zij het Museum met eenige zeldzame en prachtige *Goliathiden*, waaronder *Ceratorhina frontalis* en *Cer. Nireus* verrijkte. Doch uit eene andere streek van Africa, de Oranje-Vrijstaat, ontvingen wij, door de goedheid van den tegenwoordigen Secretaris der republiek, den Heer VAN OLDEN, toezendingen, die vooral niet minder merkwaardig waren. In een van deze bevond zich o. a. eene *Bombyx-nachtvlinder* met haar spinsel, 't geen ons eene wijziging van rupsenvorm en vooral van zamenstelling van cocon scheen aan te duiden, welke, voor zoo verre mij bekend is, nog bij geen geslacht van nachtvlinders is waargenomen. Men weet dat de harige rupsen van *Bombyces*, de haren bij het spinnen òf afbijten en in het spinsel weven, òf wel dat de uit de huid loslatende haren door het ronddraaijen van het rupsenligchaam in het spinsel worden vastgehecht; bij deze Africaansche *Bombyx* nu vindt men in het spinsel

eene overgroote menigte harde stekelige borstels of werkelijke huiddoornen, doch terwijl bij de ons lang bekende harige *Bombyces*, *Arctia Caja* b. v., de haren onregelmatig door het spinsel verstrooid en kennelijk door wrijving en drukking daarin opgenomen zijn, zoo schijnt bij de Africaansche soort de rups binnen het spinsel de stekeltjes van hare huid te hebben afgebeten en een voor een zoodanig door het cocon gestoken te hebben, dat de scherpe punten 1 à 2 millim. uit het spinsel uitkomen en regthoekig staan op de lengte-as van het cocon. Wij vinden hier dus als afwijking 1°: eene met stekels voorziene *Bombyx-rups* en 2°. die stekels instinctmatig tot verdediging der pop in haar hulsel aangewend.

Doch laat ons tot de veel talrijker en rijker toezendingen uit onze Oost-Indische koloniën overgaan.

De rij werd geopend door eene zeer kostbare en prachtige verzameling, ons ten geschenke gezonden door den Officier van Gezondheid E. W. A. LUDEKING. Deze verzameling was bijeengebragt in de betrekkelijk nog weinig bekende bergachtige streken der Padangsche bovenlanden, (Ads.-Residentie Agam) op Sumatra. Later heeft 's Rijks Museum van denzelfden welwillenden natuuronderzoeker nog andere belangrijke verzamelingen ontvangen, doch geene daaronder zoo merkwaardig als deze. Dat zij zoo uitstekend was, moet vooreerst toegeschreven worden aan den voorbeeldigen ijver waarmede de verzameling was bijeengebragt, aan de bijzondere zorg, waarmede de voorwerpen waren behandeld, maar ten anderen en voornamelijk aan de zoo bijzonder gunstige streek, welke tot dien tijd nog schaars geëxploreerd was. Het is bekend dat de Fauna van Sumatra in vele opzigten afwijkt van die van Java en dat zij, groote overeenkomst hebbende met de Fauna van Borneo, nader staat bij die van Malacca en het Indische vasteland dan bij de Javaansche. Dit werd hier op verschil-

lende wijze bewaarheid gevonden, maar door niets zoo zeer dan door de soorten van *Lucaniden*, welke die collectie bevatte. Daaronder toch kwamen eenige nieuwe soorten voor, welke weinig analogie hadden met de Javaansche en zeer groote met *Lucanen* uit Malacca en Hindostan Van de twee merkwaardigsten daaronder heb ik de eene naar den ontdekker genaamd en onder den naam van *Lucanus Ludekingii* beschreven in het Tijdschrift voor Entomologie. Omtrent de andere soort, die mede onbeschreven was, werd mij door den Oxfordschen Hoogleeraar WESTWOOD medegedeeld, dat zekere majoor SIDNEY PARRY (die de rijkste verzameling van *Lucaniden* bezit) voornemens was deze soort, die hij uit Borneo ontvangen meende te hebben, onder den naam van *Lacordairii* te beschrijven. Ik behield dus dien naam bij de uitgave mijner beschrijving. Beide soorten moeten tot het door HOPE voorgestelde Subgenus *Odontolabis* gebragt worden en behooren tot de zeer groote soorten met zwarten kop, borststuk en pooten en gele dekschilden. Het eigenaardige kenmerk der eerstgenoemde soort is een enkelvoudige groote en vrij breede bijna verticaal naar beneden gerigte tand, gevolgd van een dubbelen tand, die dezelfde rigting heeft aan de bovenkaken van het mannetje; terwijl het karakter der tweede soort gelegen is in eene luifelachtig opgerigte, geelgekleurde verheffing van den schedel, welke nog bij geene andere soort waargenomen werd.

Ook onder de familiën der *Buprestiden*, der *Curculioniden* en *Longicornia* bevatte deze verzameling allermerkwaardigste nieuwe soorten, waarvan sedert eenigen beschreven zijn. Onder de orde der *Lepidoptera*, welke zeer voldoende was vertegenwoordigd, niet alleen door groote en sterk gekleurde dagvlinders, maar ook door zeer eenvoudige en weinig tot de oogen sprekende nachtvlinders, muntte bijzonder uit eene soort van *Papilio* aan welke ik wegens

eenige overeenkomst in de verdeeling der kleuren op de vleugels met die van *Trogon resplendens*, den naam van *Pap. Trogon* gegeven heb en die, het karakter van het geslacht *Ornithoptera* slechts ten deele vertoonende, een bewijs oplevert dat deze onderverdeeling van het groote geslacht *Papilio* niet in den rang van genus optreden mag en alleen in stand kan gehouden worden, wanneer ook nog verschillende andere groepen daarvan in gelijken rang, dat is als subgenera, afgescheiden worden.

Ook onder andere orden b. v. die der *Hemiptera* en *Diptera* kwamen merkwaardige soorten in die collectie voor, maar het meest belangwekkende insect behoorde tot de orde der *Orthoptera*. Het was eene soort, welke bij naauwkeurig onderzoek gebragt moest worden tot de familie der *Blattina* of Kakkerlakken, ofschoon zij in een kenmerk daarvan geheel en in den habitus zoo zeer afweek, dat men het dier op den eersten aanblik stellig eene plaats onder de *Gryllodea* of Krekels zou aangewezen hebben. De vijf leedjes, welke men in de tarsen bij dit dier aantreft, toonen ten duidelijkste dat het insect niet tot de familie der Krekels moest gebragt worden, als welke slechts drie leedjes in de tarsen bezitten. Overigens stemmen de kenmerken van dit insect met die der Blatten in de meeste opzigten overeen; het verschil bestaat 1° in het niet geheel bedekt zijn van den kop door den vooruitspringenden rand van den prothorax en 2° in het niet zamen gedrukt zijn der dijën; de overdwarsche diameter van den boven- naar den onderkant is wel eenigzins grooter dan die van de binnen- naar de buitenzijde, maar op verre na niet zoo als wij dat bij andere Blatten gewoon zijn te zien. Ook zijn zij langer naar evenredigheid der breedte van het ligchaam dan bij andere soorten dier familie. Eindelijk zijn ook de stekels der scheenen kort en gering in aantal, terwijl wij bij de typische soorten juist een overvloed van scherpe stekels

waarnemen. Het spreekt van zelf dat een zoo afwijkend insect een afzonderlijk geslacht moest uitmaken en ik heb het als zoodanig onder den naam van *Archiblatta Hoevenii* beschreven.

Sedert door die toezending van den Heer LUDEKING het ijs gebroken was, zijn verscheidene andere toezendingen uit Oost-Indië gevolgd, welke het Museum gedeeltelijk ten geschenke, gedeeltelijk als resultaat der reizen van daarmede speciaal belaste rijksambtenaren ontving — en wel van de Heeren VAN DEN BOSSCHE, Resident van Banca, tegenwoordig van Sumatra's westkust, BERNELOT MOENS, GROEN, WIENECKE, SEMMELINK, Kapitein BENSCHOP, HOEDT, RIEDEL, VON ROSENBERG, TEYSMAN en BERNSTEIN.

De onderzochte streken, waaruit deze insecten zijn overgezonden, strekken zich over nagenoeg al onze bezittingen in Oost-Indië uit. Zoo zond de Heer VAN DEN BOSSCHE voorwerpen uit Banca en Billiton, de Heeren MOENS, MEIJER en GROEN van Java, de Heer BENSCHOP uit Pengalong op Borneo, WIENECKE en LUDEKING uit Timor, de laatste en MOENS uit Ceram, SEMMELINGK van Flores, de Solor-eilanden en Adonara, HOEDT en LUDEKING van Amboina, Boeroe, Nieuw-Guinea, RIEDEL en VON ROSENBERG van Celebes en eindelijk BERNSTEIN, die eene ware exploratie-reis op kosten van het Gouvernement gemaakt heeft, van het door hem nauwkeurig onderzochte Halmaheira, van Morotai, Ternate, Tidore, de Obi-eilanden, Waigeoe en Gebeh.

Men weet dat deze in verschillende groote en kleine eilanden verdeelde oppervlakte eene zeer groote uitgebreidheid beslaat van het westen en oosten; het mag en kan ons dan niet verwonderen, dat er tusschen de Faunen der twee uiterste grenzen vrij groot verschil bestaat, maar men zou zich vergissen indien men zich ergens eene scherp afgebakende grenslijn, eene lijn van afscheiding tusschen de twee of meer verschillende Faunen denken wilde en die

op de kaart ook werkelijk meende te kunnen afteekenen. Neen! wel is het waar, dat men eene afzonderlijke Fauna van Sumatra en Borneo, met Banca en Billiton zou kunnen aannemen, eene andere van Java met Bali en misschien met de verder oostelijk liggende kleinere eilanden, eene van Celebes, eene andere van de ware Molukken, eene vijfde van Ternate, Halmaheira, Batjan en Morotai en eindelijk eene zesde van Nieuw-Guinea met de Papoua-eilanden; maar men zal zoo vele overgangen vinden van de eene dier Faunen in de andere en zoo groote overeenkomst, in weêrwil van het verschil, tusschen alle, dat men beter doet met al de gelede dieren van onze Oost-Indische koloniën te brengen tot eene Fauna.

Nu rijst natuurlijk de vraag: rust niet op ons, bij het telkens en onophoudelijk aangroeijen van den schat van kennis aan diervormen, in die uitgestrekte bezittingen voorhanden, rust niet op ons de verpligting om deze kennis door uitgave van beschrijvingen ook aan anderen, aan alle beschaafde volkeren mede te deelen of mogen wij ons daarop verlaten, dat ondernemende vreemdelingen, zoo als de Engelsche reiziger WALLACE en de Fransche consul Comte DE CASTELNAU, zulks wel zullen doen en de wetenschap daarmede door hen gebaat zal worden? Naar mijne meening rust op ons wel degelijk de verpligting om zelf te handelen, en vordert de eer van ons vaderland dat ook in entomologisch opzigt de voortbrengselen onzer koloniën door Nederlanders worden bekend gemaakt. Zoo dachten vroeger PIETER CRAMER, CASPER STOLL, JOHANNES EUSEBIUS VOET en in 1835 ook onze eerste koning, aan wiens beschikkingen wij de uitgave te danken hebben der twee beroemde monographiën van Dr. WILLEM DE HAAN over de *Papilioniden* en de *Orthoptera* onzer Oost-Indiën, te vinden in de vroeger reeds vermelde Verhandelingen. Ofschoon nu door het staken van dit werk de gelegenheid tot uit-

gave van beschrijvingen grootelijks verminderd is, heb ik toch getracht door het uitgeven van afzonderlijke monographiën daaraan te gemoet te komen en aan mijne zedelijke verpligting te voldoen. Zoo heb ik mij voorgenomen in dit jaar eene monographie der Nederlandsch Oost-Indische *Pieriden* te bewerken. Men weet dat onder dien naam verstaan wordt die familie van dagvlinders, waarvan de soorten zes volkomen pooten bezitten, bij wie de achterrand der achtervleugels niet hol uitgesneden is, de klaauwtjes der tarsen gekloofd zijn en wier rupsen op den halsring geene intrekbare vleezige uitsteeksels bezitten.

Van deze *Pieriden* nu heb ik bevonden, dat ongeveer 112 soorten in onze Oost-Indische koloniën voorkomen, welke op weinige uitzonderingen na in 's Rijks Museum voorhanden zijn, en dat van die 112 soorten, 25 nog onbeschreven, dat is onbekend zijn, terwijl van vele soorten alleen de mannetjes zijn beschreven, ofschoon het Museum nu beide sexen aanwijzen kan.

Wanneer wij nu deze verhouding van 25 onbeschrevenen op 112 soorten aantreffen bij eene familie van dieren, welke op helderen dag zich bewegen, door grootte en kleur de aandacht van iedereen tot zich trekken en behooren tot de meest gezochte voorwerpen in verzamelingen, hoe moet dan wel de verhouding van het onbekende tot het bekende zijn in familiën, die zich niet zoo als deze door gunstige omstandigheden aan de aandacht der natuuronderzoekers als aanbevelen? En deze vraag brengt mij weder tot het onderwerp der in de laatste jaren ontvangen toezendingen terug. Indien het mij veroorloofd is mijne meening over deze toezendingen in het algemeen uit te drukken en alzoo de geschenken eenigermate op dezelfde lijn te scharen als de voorwerpen door 's Rijks aangestelde reizigers verzameld, zoo zoude ik als mijne opinie formuleeren, dat al die verzamelingen niet met de onpartijdigheid gemaakt zijn, welke

den natuuronderzoeker, die voor een openbaar Museum werkzaam is, eigen zijn moet, opdat hij niet alleen zende wat door grootte, fraaiheid, glans uitmunt of hetgeen iedereen als voor de voeten ligt, maar ook de onaanzienlijke, kleine, kleurlooze voorwerpen en vooral die, welke in verborgen schuilhoeken leven en die men dus nimmer kan magtig worden, dan alleen wanneer men zich de moeite getroost in die schuilhoeken hunne gangen na te gaan en hen daar op te zoeken. Eene andere aanmerking is te maken op het volslagen gemis aan mededeeling van waarneming op het vak der ontwikkelingsgeschiedenis, welke waarnemingen waarschijnlijk wel geheel en al ontbreken.

Wat ik overigens ter beoordeeling dezer toezendingen mede te deelen heb, strekt niet anders dan tot lof. Wat gedroogd wordt overgezonden, munt gewoonlijk uit door frischheid en reinheid der voorwerpen, zoodat zelfs zeer breekbare voorwerpen in volkomen onbeschadigden toestand zijn tot ons gekomen.

Wel zijn enkele soorten dergenen, die in spiritus overgezonden werden, verkleurd in vergelijking van voorwerpen derzelfde soort, die gedroogd en in watten zijn ingepakt geweest, doch daarentegen heb ik juist door het bewaren in alcohol de ware kleur leeren kennen van soorten, die naar gedroogde voorwerpen beschreven en daarom toevallig onjuist beschreven zijn. Dit heeft b. v. plaats gegrepen bij verschillende *Cassididen*, die met gouden en zilveren plekken pronken zoolang zij vochtig blijven, doch eenmaal gedroogd al die versierselen verliezen om ze nimmer terug te erlangen; dit greep plaats bij verschillende soorten van *Scutelleriden* en wel voornamelijk die welke behooren tot het geslacht *Callidea*, welke, in spiritus bewaard, goudgroen zijn en gedroogd in plaats van die groene kleur een indigoblaauw of paarsachtig blaauw aannemen. Zoo heeft FABRICIUS in zijn *Systema Rhyngotorum* eene *Tectocoris*

der nieuweren (voor hem eene *Tetyra*) beschreven, onder den naam van *Cyanipes*, welke hij, indien hij van die kleursverandering bij het gedroogde voorwerp had kennis gedragen, voorzeker *Viridipes* zou genoemd hebben, want alle voorwerpen, die ik in spiritus gezien heb, en dit getal zal wel ver over de honderd gaan, hadden allen goudgroene pooten. De wet der prioriteit in naamgeving waaraan men tegenwoordig zoo bijzonder gehecht is, verbiedt echter de feil in dien naam te verbeteren en zoo moet het dier door zoo vele eeuwen heen, als de Zoologie gebruik zal maken van het klassiek Latijn voor hare naamgeving, een' onjuisten naam blijven dragen.

Een voornaam voordeel, dat wij uit de veelvuldige toezendingen getrokkên hebben, is de kennis van het ware habitat en dikwijls ook van den tijd van voorkomen, de maand van uitkomen der insecten. Het eerste vooral, de kennis van het ware vaderland, is van groote waarde voor het juiste onderscheid der verschillende Faunulae en is meer bijzonder eigen aan onze eeuw. Ik zal hier niet behoeven op te halen, dat men bij LINNAEUS, FABRICIUS, OLIVIER eeuvoudig vindt „in India Orientali" of nog onbestemder „in Indiis"; maar ik ben wel verpligt mede te deelen, hetgeen velen uwer waarschijnlijk zonderling zal voorkomen, dat de etiquetering „Java" bij de bezendingen, die wij aan de Professoren REINWARDT en BLUME te danken hebben, niet beteekent dat het voorwerp op het eiland Java gevonden, maar alleen dat het van daar naar Europa overgevoerd geworden is *). Hetzelfde treft men aan in den zoo lang als standaard gebruikten Catalogus der

---

*) Het is verre van mij hier te willen te kennen geven, dat deze groote geleerden zelven de voorwerpen verkeerd hebben geëtiqueteerd; ik bedoel alleen dat zij geen habitat hebben opgegeven, ten gevolge van welk verzuim al de voorwerpen werden beschouwd als van Java afkomstig te zijn.

collectie van den Generaal Graaf DEJEAN, alsmede in de werken van vele Fransche en Duitsche schrijvers. Java is eene onbestemde uitdrukking, in vele gevallen synoniem met Nederlandsch Oost-Indië. — Door onze nieuwere toezendingen wordt deze onbestemdheid gebroken en het ware vaderland, soms een enkel eiland of wel eene bepaalde streek op een eiland, bekend gemaakt.

Het zou ons te ver leiden, indien ik van de verschillende vroeger opgenoemde toezendingen u het merkwaardigste beschrijven wilde; ik zou dan niet mogen zwijgen van verschillende nieuwe *Buprestiden*, als een *Catoxantha* en een *Calodema* uit Waigeoe, van de *Lomapteren* uit Ternate en Morotai, van eene menigte *Curculioniden* waaronder nieuwe *Calandra-* en *Eupholus*-soorten, van de vleermuisachtig groote *Ornithoptera Croesus* uit Morotai en Zuid-Halmaheira, welks mannetje vleugelen heeft, die uit zwart fluweel en goudlaken schijnen zamengesteld, terwijl het zooveel grootere wijfje uit zwart- en wit-bont linnen gekleed schijnt te zijn; ik zou u de beschrijving verschuldigd zijn van het verbazend groote tympanum van een' mannelijken *Locustide-Sprinkhaan* uit Borneo, hetgeen hem stellig in staat stelt om een geluid voort te brengen dat op een groot kwartier afstands gehoord kan worden (indien men ten minste een vermoeden mag uiten, gegrond op analogie met het geluid van onzen bekenden grooten groenen sprinkhaan); ik zou niet mogen zwijgen van de eerst nu ontdekte wijfjes der *Eronia*-soorten, welke vroeger, voor zoo ver zij bekend waren, onder het geslacht *Danais* eene plaats hadden verkregen, noch van zoo vele nieuwe soorten van *Neuroptera*, *Hymenoptera* en *Diptera*, dat de optelling alleen eenige vellen druks vullen zou. Doch ik verlang niet zoo ver uitteweiden en besluit met eene korte mededeeling, betreffende de familie der *Lucaniden*, welke eene der kleineren is in de orde der schildvleugelige insec-

ten en juist daarom misschien bijzonder geschikt om tot maatstaf te strekken, wanneer men den vooruitgang der entomologische verzameling gedurende de laatste jaren juist wil berekenen.

In 1837 toonde de derde uitgaaf van den Catalogus der verzameling van den Graaf DEJEAN, dat daarin 64 soorten van *Lucaniden* aanwezig waren; in 1845 de Catalogus der verzameling van den Reverend F. W. HOPE, dat hij 165 soorten bezat; het is echter later gebleken, dat daarvan als de andere sexe van reeds opgetelde soorten of enkele verscheidenheden 37 moeten afgetrokken worden, 'tgeen alzoo het totaal op 128 reduceert. Nu bezat 's Rijks Museum in 1858 slechts 32 soorten van *Lucaniden*, terwijl het aantal nu juist 140 bedraagt. Deze vermeerdering is niet toe te schrijven aan aankoop, maar aan de toezendingen uit onze koloniën en daaruit voortgevloeiden ruil met andere kabinetten. Wanneer men met den *Catalogue of Lucanoid Coleoptera* van den Majoor PARRY het getal bekende soorten op 332 stelt en daarbij zes rekent, op 's Rijks Museum aanwezig, welke hij in zijn Catalogus niet heeft vermeld, zoo komen wij tot het resultaat dat het Museum 41 ten honderd van de bestaande soorten bezit.

Kenschetsender evenwel is dit. In Augustus 1863 bezocht de Majoor PARRY ten behoeve van den zoo even genoemden Catalogus het Leidsch Museum, vergeleek en onderzocht al de *Lucaniden* aldaar aanwezig, en sedert dien tijd zijn, behalve eene menigte voorwerpen van reeds bekende soorten, aldaar weder *zes* nieuwe soorten ontvangen.

Eene daarvan is zoo merkwaardig dat ik mij niet weerhouden kan om met een enkel woord van 'tgeen haar bijzonder onderscheidt te gewagen. Men weet dat de *Lucaniden* zich in het mannelijke geslacht onderscheiden door verbazend groote, meestal als hertenhoornen getakte bovenkaken, van waar de meest bekende inlandsche soort ook

haren naam van *Vliegend Hert* heeft ontvangen; tevens weet men dat geene der tot heden bekende soorten op het voorhoofd eenig uitsteeksel vertoont, dat eenigermate vergelijkbaar zou zijn bij de hoornige uitsteeksels, die men bij de *Scarabaeiden* zoo veelvuldig waarneemt; alleen vertoont *Aegus acuminatus* eene wratachtige verhevenheid op het voorhoofd. De nieuwe soort nu, waarvan ik melding maakte, vertoont op het midden van het voorhoofd een vrij sterk verlengd kegelvormig, eenigzins naar beneden gebogen uitsteeksel, dat de loodlijn van den eersten tand der bovenkaken bereikt. Deze conformatie vernietigt dus alle denkbeeld aan een zeker antagonismus van overmatige ontwikkeling van de kaken en het voorhoofd, waartoe anders de vergelijking der beide genoemde familiën van *Lamellicornia* zoo gereedelijk aanleiding geeft.

En hiermede meen ik voldaan te hebben aan de opgave, om de verbazende ontwikkeling der entomologische verzameling op 'sRijks Museum te Leiden in korte woorden te schetsen.

DE NIEUWE MERWEDE.

DOOR

F. W. CONRAD.

Er is in de geschiedenis der Nederlandsche rivieren een tijdvak geweest, dat zich bij uitnemendheid kenmerkte door stelselloosheid en verwarring.

Eerst toen CHRISTIAAN BRUNINGS (met regt door de waterbouwkundigen de *beroemde* BRUNINGS genoemd) in 1804, met de hem eigene duidelijkheid, de regte oorzaak van het kwaad aanwees en eene meerdere eenheid in oogmerk en middelen dringend aanbeval, begon men in te zien, dat de rivieren niet langer aan zich zelve, of liever aan den bedervenden invloed van het provincialismus en van bijzondere belangen moesten worden overgelaten, en dat er onophoudelijke, tot hetzelfde doel strekkende, maatregelen noodig waren om de Nederlandsche rivieren in eenen beteren staat te brengen.

De door hem verkondigde beginselen eener meer evenredige waterverdeeling tusschen de verschillende riviertakken, en eene opvolgende verbetering der bedorven rivieren zelve, waren, gelijk de ondervinding heeft geleerd, de ware beginselen, tot welker toepassing men dan ook in het latere tijdperk met goeden uitslag is teruggekeerd.

Mijn hooggeachte Vader, de trouwe hulp van BRUNINGS,

en later zijn opvolger, huldigde dezelfde beginselen, en bleef die, zoo veel van hem afhing, volgen.

Na zijn overlijden, dat in 1808 voorviel, werden de rivieren weder bijna geheel aan haar lot overgelaten.

De verschillende inundatiën, die over een tijdvak van nagenoeg eene eeuw voorvielen, zijn bekend.

Noodlottige gebeurtenissen, zoo als die van 1809 en 1820, waren er noodig om de aandacht op nieuw op den staat der rivieren te doen vestigen.

Toen trad men een tijdperk in van commissiën; van schrijven; van ontwerpen maken; en vooral van hevige twisten, zich lucht gevende door tallooze geschriften, gevoed door de verloren eenheid van inzigten.

Een en veertig jaren werden daarmede doorgebragt. Bijna niets werd er in dat tijdperk aan de rivieren gedaan. Op de waarschuwingen der ingenieurs werd weinig acht geslagen; de regeringloosheid won meer en meer veld, en daarmede de verachtering der rivieren, die op een volkomen bederf zou zijn uitgeloopen, indien men in en na 1850 niet een tijdperk van handelen was ingetreden, dat, hoe zwak de financiële middelen dan ook waren die men jaarlijks mogt aanwenden, de heilrijkste gevolgen heeft gehad.

Het afscheiden der rivieren en het geregeld normaliseren waren de twee voorname beginselen waarvan men uitging; dit werd ernstig ondernomen en met eenheid van inzigten door de waterbouwkundigen van dezen tijd voortgezet.

Aan de evenredige waterverdeeling der bovenrivieren, aan het punt van separatie te *Pannerden*, werd standvastig de hand gehouden; dit beginsel werd overgebragt op de benedenrivieren, en hierdoor ontstond een tweede punt van separatie te *Werkendam*, aan den *Ouden Wiel*, waar de *Merwede* zich in verschillende takken verdeelde, waarvan de oude

tak naar *Dordrecht* stroomde, terwijl de overige, in een onnoemelijk aantal killen en stroompjes verdeeld, het *Hollandsch diep* bereikten.

Even als *Pannerden* het punt van separatie voor de bovenrivieren is, zoo werd *Werkendam* het punt van separatie voor de benedenrivieren.

Hierdoor werd langzamerhand de *Nieuwe Merwede* voorbereid, en het is over het vormen van deze nieuwe rivier, dat ik zoo kort mogelijk eenige oogenblikken wensch te spreken.

Terwijl Nederland met spoorwegen overdekt wordt, havens en kanalen worden aangelegd, meren en plassen drooggemaakt, is dat grootsche werk sedert 1850 aangevangen: een werk, dat, door betrekkelijk geringe, jaarlijks daarvoor aangewezen middelen gesteund, langzaam doch met vasten tred voortgaat; dat door velen als nadeelig uitgekreten, soms met talent is bestreden, door anderen is verguisd, maar niettegenstaande de tegenkantingen met standvastigheid verdedigd en voortgezet, wanneer het eenmaal gereed, een der grootste werken zijn zal waarop de waterbouwkunde in Nederland mag bogen.

Wanneer men de verwarde delta beschouwt, die de verdronken Zuid-Hollandsche Waard uitmaakt, dan was het eene grootsche gedachte, die verwarde killen te vervormen tot eene nieuwe rivier, magtig genoeg om het afstroomende water langs den kortsten weg naar zee te voeren.

Men weet hoe in 1421 de Zuid-Hollandsche Waard inbrak *). De daardoor veroorzaakte verwoesting is uit de geschiedenis bekend.

Weinige der rampen op onze rivieren voorgevallen, brag-

*) Van den Zuid-Hollandschen Waard, zoo als hij was vóór de geweldige inbraak van 1421, kan men zich eenig begrip maken door het kaartje van den Landmeter N. DIERT, dat in 1565 werd opgemaakt.

ten zulk eene verbazende verandering te weeg. Eerst in eene onafzienbare watervlakte vervormd, begon zij vervolgens langzamerhand door aanslibbing weder te verlanden. Eerst langzaam, later al sneller en sneller.

In 1461, dus 40 jaren na de inbraak, sloot het bovendeel van den Zuid-Hollandschen Waard, bestaande uit de landen van *Heusden* en *Altena*, zich door eene afzonderlijke bedijking van het verdronken deel af.

Het afgezonderde gedeelte was hooger; het bleef dus na den vloed niet onder water bedolven, zoo als het overige, dat voor verreweg het grootste deel was uitgeveend.

De geregelde getijen, van beneden af inkomende, bevorderden de landwording van den uitgestrekten boezem, die van het noorden naar het zuiden voortging. Er ontstonden platen en eilanden, door kreken afgescheiden. Ze werden onder den naam van *killen* bekend.

De *Groote Hel* of *Westkil* was de voornaamste; haar bovenmond was aan de *Oude Wiel*, waardoor zij het water ontving van de *Boven-Merwede*.

Aan den regteroever ontving zij een gedeelte van het water van de *Beneden-Merwede* (ook genaamd het *Noorderdiep*) door de *Hoogkil* en *Bassekil*.

Aan den linkeroever werd het water weder afgeleid door de *Bakkerskil*, het *Steurgat* (met de *Bruine kil* en *Bevert*), het *Galeigat*, den *Braspenning*, *'t Gat van 't Steenenhuisje*, *'t Gat van den Hardenhoek* en eenige kleinere killen.

Aan den kop van 't eiland van *Dordrecht* had de *Westkil* eene meer zuidelijke rigting. Zij had daar eene zeer groote breedte, en werd in de vorige eeuw nog de *Groote opening* genaamd.

De kaartjes van 1699, 1730, 1833 en 1856, bij het Verslag der Openbare Werken in de jaren 1855—1856 uitgegeven, kunnen die voortgaande verlanding aanschouwelijk maken.

Wanneer men deze kaartjes beziet en onderling vergelijkt, dan springt het in het oog, hoe de natuur sedert meer dan anderhalve eeuw werkzaam was den grooten boezem van den Zuid-Hollandschen Waard weder digt te maken.

Eindelijk werd de in 1421 door inbraak gevormde plas veranderd in eene delta vol eilanden met platen, met killen en stroompjes, die op zich zelve onvermogend waren het afkomende water af te voeren. Door de afzuiging der killen werd de *Beneden-Merwede* verlamd en de scheepvaart belemmerd.

De verbetering daarvan meende men te moeten zoeken in eene beteugeling der killen en de sluiting van den *Ouden Wiel* door paalwerk, ten einde door een en ander het water meer op de *Beneden-Merwede* te brengen.

Die afsluiting vond echter tegenstand in *Altena* en te *Gorinchem*, doch het Hof van Holland handhaafde in 1581 het verlof daartoe gegeven. Niettemin werd de uitvoering van het werk op gewelddadige wijze belet.

Weinige jaren daarna kwam intusschen de digting der killen op nieuw ter spraak. De steden *Dordrecht* en *Rotterdam* namelijk verzochten en verkregen in 1592 verlof, om de *Bassekil* te digten, onder voorwaarde dat, aan de westzijde van *Stededijk*, in de bestaande bekramming een gat zou gemaakt en opengehouden worden van 18 voet. Vermoedelijk is het deze opening, die later onder den naam van *Pleunlauwer-* en *Helsloot* bekend is.

De digting van de *Bassekil* werd wel ondernomen, doch bleef niet bestaan, en alles bleef aanhangig tot in het begin van de 18e eeuw, namelijk tot in 1726, toen de zaak met ernst werd hervat; de beteugeling van den *Ouden Wiel* echter werd uitgesteld tot 1728.

In 1730 stelden 's GRAVESANDE, WITTICHIUS en CRUQUIUS voor, dien *Ouden Wiel* en al de verdere openingen af te

dammen, tot de hoogte van den zomerstand, en ze na de diepschuring van de *Beneden-Merwede* te verhoogen.

In 1736 werden de daartoe strekkende werken door de Staten bevolen. Ze werden in 1737 en 1738 werkelijk uitgevoerd en in April 1738 nagenoeg voltooid.

Op het kaartje van ABEL DE VRIES, worden de toen gemaakte afdammingen met de letters A tot L aangewezen. Ze waren de volgende:

A. Dam Bakkerskil.
B. Bruine kil,
C. Steurgat.
D. Bevert.
E. Drooge Bevert.
F. Galeigat.
G. Boeregat.
H. 't Gat van 't Steenenhuisje.
I. 't Gat van de Witboomen.
K. Gat beneden 't gat van de Witboomen, onbekend gat.
LL. Dam van den Kop naar den Kievitswaard.

Op dit kaartje zijn voorts nog aangewezen:

MM. Inlaagdijk van Hardinxveld.
N. Sluis te Werkendam.
O. Oude Wiel.
P. Nieuwe Wiel of groote hel.
Q. Nieuw Schephoofd bij Dordrecht.

Met weinig voorzigtigheid waren intusschen de hiervoren genoemde werken in 1737—1738 ondernomen; gevaarlijke verschijnselen bleven niet achter, en nog vóór dat de algemeene *sluiting* der killen was volbragt, bespeurde men eene zeer aanzienlijke verhooging van den waterspiegel op de

Merwede, die zoo veel schrik verspreidde, dat men er toe overging, de gemaakte belemmeringen, voor zoover mogelijk, weder op te ruimen.

Na dien tijd werd er gedurende eenige jaren over de sluiting der killen en de verbetering der *Merwede* veel geschreven en getwist, maar weinig of niets gedaan.

Dit duurde tot in 1769, toen BRUNINGS en BOLSTRA een belangrijk rapport omtrent deze aangelegenheid uitbragten en daarbij eene *langzame* beteugeling der killen voorstelden.

Bij een staatsbesluit van den 25 Januarij 1770, werd aan dit voorstel in zoover gevolg gegeven, dat de uitvoering van voorloopige hulpmiddelen daarbij werd vastgesteld.

Onder den indruk der vorige mislukking, ten gevolge van overhaasting in de afsluiting, ging men deze keer, naar het schijnt, weder te traag met het beteugelingswerk voort. Immers de klagten van den handel van *Dordrecht* bleven aanhouden, en weinig baat scheen men van de in 1770 bevolen werken te ondervinden. Eene verdere beteugeling van den *Ouden Wiel,* door BRUNINGS in 1777 voorgesteld, bleef zonder gevolg.

Toen er echter, in het begin dezer eeuw, meer eenheid en klem in het algemeen bestuur was ontstaan, werd, bij een besluit der Commissie van Superintendentie voor 's Lands rivieren van 2 Mei 1801, andermaal bepaald, dat het denkbeeld van de beteugeling der killen, als grondslag voor de verbetering der *Beneden-Merwede,* met spoed zou worden onderzocht. KRAIJENHOFF werd met die taak belast.

In 1804 en 1805 deed hij naauwkeurige waarnemingen en in zijn rapport van 2 April 1805, waarin men die waarnemingen bijeenverzameld vindt, werd het beginsel der beteugeling volgehouden; de *Westkil* werd er toen van uitgezonderd.

Men naderde meer en meer tot het denkbeeld eener behoorlijke verdeeling der riviertakken, de door KRAIJENHOFF aanbevolen werken werden in 1805 en 1806 uitgevoerd.

In 1819 kwam BLANKEN met het denkbeeld eener *Nieuwe Merwede* het eerst voor den dag.

Zijn plan, dat echter zeer verschilde met hetgeen later werd uitgevoerd, werd in dat jaar door de 1e klasse van het Koninklijk Nederlandsch Instituut onderzocht.

Volgens het plan van BLANKEN, moesten de *Merwede* en *Killen* bij *Hardinxveld*, dwars door de *Oude Merwede*, door een hoogen rivierdijk afgesloten worden, doorloopende tot den kop van het eiland van *Dordrecht*.

Van daar ging de dijk naar de *Tongplaat* en verder naar den mond van de *Dordsche Kil*.

Van *Werkendam* ging een tweede dijk in eene evenwijdige strekking door de killen tot aan den uitloop van het *Gat van Kielen* in het *Hollandsch diep*.

De afstand tusschen deze dijken was 1130 el; de eigenlijke riviergeul 377 el.

De *Zuider Nieuwe Merwede-dijk* moest voorts gaan langs den *Amer* en de westzijde van de *Bakkerskil*, en aan de in 1815 gestichte sluis van het *Land van Altena* aan den Ouden dijk aansluiten.

Het kanaal van *Steenenhoek* werd daardoor verlengd tot *Papendrecht* in het bed der *Oude Merwede*, en verkreeg door eene sluis gemeenschap met de *Oude Maas* en den *Noord*.

De verdronken Zuid-Hollandsche Waard werd in twee waarden verdeeld, aan weêrszijden der nieuwe rivier gelegen.

De rivier-commissie van 1821 ondersteunde het denkbeeld van BLANKEN, om de killen tot hoofdrivier te maken, en de *Beneden-Merwede* af te sluiten.

Tegen die afsluiting werden intusschen, zoowel van de

zijde van *Dordrecht* als van elders, gewigtige bedenkingen ingebragt.

Eene tweede rivier-commissie werd in 1828 benoemd. Haar rapport werd echter eerst in 1840 uitgebragt.

Deze commissie had verschillende bezwaren tegen het voorstel der eerste rivier-commissie. Zij verklaarde zich wél vóor het vormen van eene *Nieuwe Merwede*, maar meende, dat het doel zonder afdamming van de *Oude Merwede* kon bereikt worden. Zij beoogde eene geregelde waterverdeeling tusschen de twee riviertakken, en een nieuw punt van separatie bij den *Ouden Wiel*. De meest mogelijke omzigtigheid in de uitvoering werd door haar aangeraden.

Een nieuw tijdvak voor de verbetering der rivieren werd in 1850, ten gevolge van het rapport van de Inspecteuren FERRAND en VAN DER KUN, geopend.

Toen kwam men tot de juiste beginselen van CHRISTIAAN BRUNINGS terug, en werd de grond gelegd tot het eenvoudige stelsel van normalisering en afscheiding der riviertakken, dat sedert gevolgd is.

De regeling der waterverdeeling van de bovenrivieren werd in stand gehouden.

De gemeenschap tusschen *Waal* en *Maas* werd bij *St. Andries* afgesloten.

De normale breedten van de rivieren werden vastgesteld, en voor die stroomen vaste rigtingen aangenomen tot leiddraad voor het aanleggen der rivierwerken.

Dijksverbeteringen, afsnijdingen en opruimingen werden aanbevolen, en de kop van den *Ouden Wiel* bij *Werkendam* werd tot een nieuw punt van separatie voor de benedenrivieren gemaakt.

Voor het overzigt der algemeene maatregelen, moet ik hier vooral verwijzen naar de rapporten der drie Inspecteurs (VAN DER KUN, PIJNJE en CONRAD), van 27 September 1861, 27 April 1863 en 1 Februarij 1864, alle van

Staatswege door den druk openbaar gemaakt. Hierover meer uit te weiden, zou ons te ver afleiden, dewijl ik mij heb voorgesteld, hier alleen over de *Nieuwe Merwede* te spreken.

Toen men daaraan begon, vereischten de verschillende belangen het behoud van de *Oude Merwede*, met de toenmalige hoeveelheid water als minimum, of met ongeveer de helft van de hoeveelheid water van de *onverdeelde Merwede* als maximum, en het vormen van eene *Nieuwe Merwede* van *Werkendam* naar het *Hollandsch diep*, met ongeveer de helft van het water van de *onverdeelde Merwede* als minimum, alles gerekend op M. R. (Middelbare Rivierstand).

Bij lagere standen moest de *Oude Merwede*, en bij hoogere standen de *Nieuwe Merwede* een ruimer aandeel hebben.

Langzame stroomleiding en eene voorzigtige beteugeling der zijdelingsche killen waren de middelen, die men aanwendde, en het denkbeeld, om de gezamenlijke killen tot één krachtigen stroom te vereenigen, kwam meer en meer tot rijpheid.

In dien zin werden sedert 1851 de in de killen aangelegde werken uitgevoerd, en op die wijze werd de *Nieuwe Merwede* kunstmatig tot eene vermogende rivier gevormd.

Ik bied hierbij eene kaart aan, waarop de *Nieuwe Merwede* zoo beknopt mogelijk is afgebeeld, met de werken, die sedert 1851 zijn gemaakt.

De gronden en platen, die binnen het rivierbed door eene donkere tint zijn aangegeven, zijn òf weggegraven òf weggestroomd.

De overige werken zijn door de jaartallen der uitvoering aangewezen.

De Romeinsche cijfers wijzen de vaste peilraaijen aan, waarin jaarlijks gepeild wordt.

In 1851, 1852 en 1853 werden in de killen verschil-

De lengte van de Oude Merwede van Werkendam tot Dordrecht en verder tot in het Hollandsch diep is . . . . 27700 el.

De lengte van de Nieuwe Merwede van Werkendam tot in het Hollandsch diep is. . . . . 17000 el.

Verschil in lengte. . . . . 10700 el.

Tusschen deze punten bestaat bij middelbaren rivierstand gemiddeld het volgende verhang:

Bij *Hoogwater.*

Werkendam	1,57	+ A.P.
Moerdijk.	1,29	+ A.P.
Verhang. . .	0,28.	

Bij *Laagwater.*

Werkendam	1,15	+ A.P.
Moerdijk.	0,72	— A.P.
Verhang. . .	1,87.	

Men begrijpt welk eene uitwerking eene verkorting van ruim 10½ Nederl. mijl op dit verhang hebben moet.

De *Nieuwe Rivier* nadert meer en meer hare voltooijing. Wat van haar geworden is, kunnen kaarten en tabellen aanschouwelijk maken, maar wanneer men op de plaats zelve komt, en de prachtige rivier ziet, die daar langs de eilanden van den *Biesbosch* in jeugdige kracht heenstroomt, dan mag men dankbaar terugzien op de standvastigheid en de volharding, die sedert 14 jaren hebben doorgezet, wat in het algemeen belang moest doorgezet worden, en zich verheugen, dat men zich niet door steeds herrijzende tegenkanting heeft laten ontmoedigen, maar langzaam doch zeker heeft voortgestreefd naar het doel, dat men zich voorstelde te bereiken.

Kaar

der

NIEUWE MI

Dat dit doel bereikt is, mag met bijna genoegzame zekerheid worden gezegd. De gebeurtenissen van den afgeloopen winter hebben het op nieuw bewezen. Nog slechts weinig tijd verder, en de *Nieuwe Merwede* is een riviertak bij uitnemendheid, volkomen geschikt voor zijne bestemming, — geregelde afstrooming en bevaarbaarheid.

Moge ze lang daartoe strekken, en ons Vaderland daardoor bewaard worden voor de herhaling van de rampen, waaraan zij haren oorsprong verschuldigd is.

OVERZIGT VAN DEN WATERAFVOER DOOR DE MERWEDE EN DE KILLEN, IN ONDERSCHEIDENE JAREN.

RIVIERVAKKEN.	1729.			1804.			1822.			1850.			1856.			1857.			1859.			1861.		
	Snelheid per secunde.	Afvoer.	Betrekkelijke afvoer.	Snelheid per secunde.	Afvoer.	Betrekkelijke afvoer.	Snelheid per secunde.	Afvoer.	Betrekkelijke afvoer.	Snelheid per secunde.	Afvoer.	Betrekkelijke afvoer.	Snelheid per secunde.	Afvoer.	Betrekkelijke afvoer.	Snelheid per secunde.	Afvoer.	Betrekkelijke afvoer.	Snelheid per secunde.	Afvoer.	Betrekkelijke afvoer.	Snelheid per secunde.	Afvoer.	Betrekkelijke afvoer.
	El			El	kub. el		El	kub. el		El	kub. el		El	kub. el		El	kub. el		El	kub. el		El	kub. el	
Merwede, boven den Ouden Wiel	0.800	—	1.000	0.4905	1767.2	1.000	0.6892	1716.0	1.000	0.6053	1764.4	1.000	0.6324	1913.3	1.000	0.6114	1760.0	1.000	0.9027	3043.2	1.000	0.4700	1202.3	1.000
Merwede, beneden den Ouden Wiel	0.570	—	0.350	0.4916	475.9	0.270	0.5834	670.0	0.390	0.6313	756.3	0.423	0.4516	613.3	0.320	0.5165	670.4	0.381	0.5878	923.4	0.303	0.3543	370.0	0.308
Bakkerskil........	0.700	—	0.160	0.4545	179.0	0.101				0.3805	104.7	0.060	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nieuwe Bruine Kil }	0.700	—	0.250	0.5853	500.0	0.282	—	1046.0	0.610	0.4680	48.2	0.027	1.3965	918.9	0.480	1.6166	696.0	0.395	—	806.2	0.265	—	207.2	0.172
Steurgat.........}										0.7940	652.5	0.370												
Westkil (thans Nieuwe Merwede) }	0.680	—	0.240	0.4818	610.4	0.345				0.6287	369.1	0.209	0.7882	549.5	0.287	0.8019	568.4	0.323	1.2049	1313.6	0.432	0.7041	625.1	0.520
Sneepkil.........}										0.5601	192.5	0.109	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hoogkil..........	—	—	—	0.6541	197.9	0.112	0.7497	218.0	0.127	0.8530	386.8	0.219	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Merwede, beneden de Hoogkil.....	—	—	—	—	301.0	1.000	—	475.0	1.000	—	392.5	1.000	—	636.3	1.000	—	688.4	1.000	—	—	—	—	414.0	1.000
PleunLauwersloot }	—	—	—	0.6148	84.4	0.114 }	0.6495	125.0	0.264	0.3570	9.8	0.027	0.4744	170.4	0.268	0.4252	97.5	0.142	—	—	—	0.2643	28.8	0.070
Helsloot.........}	—	—	—	0.7510	84.9	0.282				0.5450	137.2	0.350												
Merwede, beneden de Helsloot.....	—	—	—	—	227.7	—	—	396.0	1.000	—	291.5	1.000	—	511.9	1.000	—	626.9	1.000	—	—	—	—	468.0	1.000
Gat van Baanhoek	—	—	—	—	—	—	—	10.0	0.026	0.1580	9.6	0.033	0.5600	51.3	0.100	0.3589	39.5	0.063	—	—	—	0.4092	21.3	0.045
Merwede, beneden het Gat van Baanhoek............	—	—	—	—	—	—	—	419.3	—	—	315.2	—	—	493.9	—	—	614.2	—	—	—	—	—	520.0	—
Merwede te Dordrecht.........	—	—	—	—	307.0	—	—	465.3	—	—	361.2	—	—	591.2	—	—	695.3	—	—	—	—	—	549.1	—

MEDEDEELING

OVER

TOXODERA DENTICULATA Aud. Serv.

DOOR

CLAAS MULDER.

Voor vele jaren heeft AUDINET DE SERVILLE het genoemde insekt beschreven en afgebeeld, eerst in de *Ann. de la Soc. entomol. de France*, Tom. 6, p. 25 (Paris 1837), later in zijne *Hist. Nat. des Insectes Orthoptères*, p. 139, Pl. 5. (Paris 1839). De generische naam ontleende hij aan het Grieksche *τόξον*, *arc*, een boog en *δέρη*, *cou*, hals, omdat de lange voorborst, achter den oorsprong van het eerste paar pooten, als een boog rugwaarts gekromd is. Of die naam gelukkig gekozen zij, laat ik thans in het midden, doch zeker is het dat hij berust op het onderzoek van slechts één enkel, gedroogd, mannelijk voorwerp, toen aanwezig in het *Muséum Royal*. Men had het te danken aan den heer MARC, geacht koopman en entomoloog te Havre. Het was herkomstig van Java. Het wijfje was onbekend.

In latere entomologische werken vind ik òf geene melding van dit insekt gemaakt, òf de opgaven van SERVILLE eenvoudig herhaald. Zelfs wijlen ons medelid W. DE HAAN, wien de schatten van 's Rijks Museum te Leiden ten dienste

stonden, neemt het genus wel in zijne analytische tab. op, doch zegt er in zijn tekst niets bijzonders van Ortho-*ptera*, p. 65,, waaruit blijkt, dat hij zelf geen voorwerp heeft waargenomen. BURMEISTER maakt er in zijn uitvoerig *Handb. der Entomologie*, *Bd.* II. *S.* 1012, slechts zeer kort gewag van. Op mijne vragen, tot nu toe aan verschillende entomologen gerigt, kreeg ik steeds ten antwoord, dat zij geene specimina van *T. denticulata* hadden gezien. Deze zeldzaamheid van het insekt strekke ter verontschuldiging, dat ik er nu reeds over handele, hoewel ik slechts één en dan nog een onvolledig individu bezit.

Mijn voorwerp is eveneens herkomstig van Java. Ik ben het verschuldigd aan mijn vriend, den Heer S. BINNENDIJK, op Buitenzorg, die het mij voor drie of vier jaren zond, met een menigte andere insekten, in arak. Bij geene van zijne latere bezendingen komt het diertje weêr voor, niettegenstaande zijne herhaalde pogingen, om het zich te verschaffen. Hij wist mij met zekerheid niet te zeggen, vanwaar hij het verkregen had, maar houdt het voor waarschijnlijk, dat het uit het gebergte Gedeh, door een opziger te Sjipamas, was gezonden. Ik koester de hoop, dat de door mij aan BINNENDIJK gezonden teekening van het dier aanleiding zal geven om meer individuën op het spoor te komen.

Aan mijn voorwerp ontbreken de laatste achterlijfsringen, zoodat ik over de *armure genitale* of de *folioles abdominales* van SERVILLE niet kan oordeelen. Desniettemin geeft mij deze verminking de zekerheid, dat ik een wijfje voor oogen had. Eene kleine massa, die uit de buikwonde stak, werd voorzigtig met hetgeen er aan grensde naar buiten gehaald. Ik vond, behalve sterke spierbundels en luchtbuizen, eijeren. In een tak van het eijernest zat onderaan één ei van 5 m.m., één van 2 m.m., dan zes, die te zamen 2 m.m. lang zijn, terwijl nog een aantal van omstreeks 20 korrels volgden en de top als een draad-

vormige staart eindigde. Deze inrigting komt volkomen overeen met die van andere orthoptera en bepaald met die van Mantidea. In twee min volledige takken van het eijernest vertoonen zich nog ongeveer twintig eitjes, alle van geringe ontwikkeling. Al wordt ons insekt zelden gevangen, leert ons toch het zoo even medegedeelde, dat het zeer vruchtbaar moet zijn. Wij behooren ons alzoo te wachten voor de meening, dat een in Musea zeldzaam voorkomend dier altoos in de natuur schaarsch zou zijn. Verschillende oorzaken zijn in ons geval aanwezig, die het diertje weinig in het oog doen vallen, zoo als de vorm, de kleur, welligt het ontbreken van geluid.

Bij eene vergelijking tusschen slechts twee individuën, waarvan het een mannelijk en het ander vrouwelijk, kan men niet met zekerheid weten of men met *individueele* of met *sexueele* verschillen te doen heeft. Dit zal eerst kunnen worden uitgemaakt, als wij in het bezit mogen komen van een grooter getal specimina van beide sexen.

Dat mijn voorwerp, even als dat van SERVILLE, verkleurd was, behoeft naauwlijks gezegd te worden. Ik merk slechts op, dat noch de kop en sprieten, noch eenig gedeelte van de pooten bij mij geel gekleurd zijn, maar bijna alles donkerbruin is. Alleen tusschen de bases der oogen en op de voorborst zijn geelbruine tinten te zien. SERVILLE vermoedt dat het levend dier groen is, waarschijnlijk omdat deze kleur de heerschende is bij de Mantides. Hetgeen van de sprieten van het wijfje is overgebleven is fijner dan in de teekening van het mannetje, een verschil, dat bij evengenoemde familie gemeenzaam voorkomt.

Als SERVILLE de lengte van het dier noemt 4 *pouces et* $\frac{1}{2}$ *au moins*, geeft hij zeker te kennen, dat het levend langer zal zijn geweest. Mijn voorwerp zou een naauwkeuriger maat kunnen geven, zoo niet de laatste ringen ontbraken. Nu bedraagt de lengte regt door gemeten 91

m.m. Het geheele voorkomen van SERVILLE's mannetje is krachtiger dan dat van het wijfje.

SERVILLE hecht aan de rigting van de oogen bijzonder veel waarde, als een verschilskenmerk met andere genera. Hij zegt, „*Les Hymenopes, les Acanthrops, les Schizocéphales et les Harpax ont les yeux élevés en cône et terminés par une épine, mais ils s'élèvent verticalement.*" (*Ann. p.* 25 *suiv.*) Dat de oogen van *Toxodera* volkomen in de dwarsche rigting staan noemt hij *une conformation sans exemple.* Ik aarzel om aan deze rigting zóó veel gewigt te hechten, omdat in mijn voorwerp de oogen noch zóó horizontaal, of dwarsch staan, als bij het mannetje van SERVILLE, noch verticaal, als bij *Hymenopes,* enz. Zij houden het midden tusschen die twee rigtingen. Raadpleeg ik de afbeelding van *Acanthops erosa* (SERV. Pl. 4 fig. 1.) en die van *A. mortuifolia* (ib. Pl. 6 fig. 1.), dan drukt de eerste de verticale rigting sterker uit, en nadert de laatste zeer tot mijne *Toxodera.* Meermalen treedt genoemde schrijver in geen détails van de inrigting van de stekeldragende oogen; ik vind ze ook elders van geen der opgegeven geslachten volledig beschreven. Wat *Toxodera* aangaat, elk oog heeft een breede basis, die zoo met den kop verbonden is, dat ik als waarschijnlijk durf stellen, dat de rigting der oogen veranderd kan worden. Deze vermoedelijke beweging wordt bovenwaarts beperkt doordien het voorhoofd eenigzins verbreed is, zoodat de stand niet geheel en al verticaal kan worden. Het grondstuk is glad, dan volgt het middelste en grootste gedeelte, waarop een groot aantal van zeer kleine facetten zigtbaar zijn en wel aan alle kanten. Dit deel loopt conisch toe en wordt op den geknotten top gekroond met een spitsen stekel die glad is. Alleen het middelste gedeelte is dus het eigenlijk gezegde oog. Het zal zeer belangrijk zijn deze en andere stekeldragende oogen anatomisch te onderzoeken.

De voorborst is voorzeker een allerbelangrijkst ligchaamsdeel voor de karakteristiek; de naam van het genus is er aan ontleend. Zij is bij SERVILLE korter, dan de vleugels, in mijn voorwerp is het verschil zeer gering. De boog, dien zij, achter de inplanting van de voorpooten, vormt, is bij mij zoo veel flaauwer, dan in fig. *b.* van SERVILLE, dat ik er niet aan gedacht zou hebben, hem in eene beschrijving op te nemen, veelmin om het dier daarom *Toxodera* te noemen. Óf de wijfjes bezitten het bedoelde karakter in zeer geringe mate, óf er is individueel verschil, óf de kromming is door het droogen vergroot; er heerscht hier nog onzekerheid. Zoo als bij andere *Mantides* is het kleinere gedeelte van de voorborst, vóór de inplanting van het eerste paar pooten, op den rug door een dwarsche lijn van het achterste gescheiden, zoo als SERVILLE ook aanduidt, fig. *b.* Hij geeft ons echter geene voorstelling van het verband dezer deelen. De rugvlakte van de voorborst vormt een welbegrensde dakvormige, gebogen schub. Het kortste deel is aan den voorrand vrij en een weinig opgewipt, waaronder een naakte, korte, zoogenaamde hals schuilt. Het langste deel is eveneens, doch aan den achterrand vrij en bedekt de zachte deelen van de articulatie met de middenborst. De zoo even bedoelde achterste grens van de voorborst draagt in de lengteas een vrij aanzienlijken, vliezigen, kleurloozen tand of haak. Soortgelijke doch kleinere en bruine tand, met twee punten, staat 11 m.m. meer voorwaarts: dan volgt nog een, die weer wat grooter is, 9 m.m. voor de middelste. Overigens is de geheele vlakte met korrelige verhevenheden bezaaid en de rand fijn getand. SERVILLE schijnt deze tanden niet te hebben waargenomen: hij zegt: *la partie anguleuse du prothorax portant en dessus, surtout antérieurement, des petits tubercules ou dentelures épineuses.* De kop kan veel meer naar beneden dan naar boven worden bewogen, doordien de buikvlakte korter is dan het rugvlak. Het buikvlak

vóór de voorpooten is bezaaid met kleine tandjes, waarvan twee lengte-rijen iets verhevener. Vlak voor het gewricht van de pooten is wederzijds een vrij stevige tand, die een deel uitmaakt van den articulatierand. Het gedeelte van den buik achter de voorpooten is vlak, met een eenigzins verheven middenstreep en een menigte kleine tandjes. Van meer détails onthoud ik mij thans.

De midden- en achterborst verschillen weinig of niets in lengte. Dat in mijn voorwerp de linker dekvleugel en vleugel boven lag, is misschien toevallig. Echter komt deze schikking ook bij *Oxipila annulata* voor. De articulatie tusschen de voor- en middenborst is van dien aard, dat de *Toxodera* zeer zeker het eerstgenoemde deel zeer sterk voorover buigen kan. Bij eene naauwkeurige beschouwing van dit gewricht mag niet verzuimd worden op die van de dekvleugels te letten, die er in naauw verband mede staan.

De twee oogjes door SERVILLE afgebeeld op de wortels van de dekvleugels zijn inderdaad verhevene, chitineuse randen van de articulatieplooi of het spanvliesje. De dekvleugels zijn gevlekt, met bruinen voorrand. De vleugels zijn zeer dun, kleurloos en doorzigtig, de nerven fijn.

De stekels aan de voorpooten zijn door meergenoemden schrijver onnaauwkeurig teruggegeven, en de vorm van de voetgeledingen onduidelijk. Onder anderen is de knopvormige verdikking van het vierde gelid noch beschreven noch afgebeeld. Hetzelfde geldt van de onderdeelen der vier achterpooten. Aan de dijen van de vier achterpooten zijn getande plaatjes, nabij het scheengewricht, en een zwarte wratachtige stip. De bladvormige aanhangsels (*lobes foliacés*) van de scheenen, waardoor het insekt verwant is aan het geslacht *Empusa*, zijn in ons voorwerp niet geel gestreept, maar geheel bruin; de vorm komt ook niet volkomen overeen. De blaadjes aan den benedenkant van de dij zijn kleiner, dan de beide bovenste.

De stekels aan het benedeneinde van de scheen dragen slechts twee doornen, een dunneren en een dikkeren, terwijl er bij het mannetje vier meer ontwikkelde zijn, dit kan zeer wel een sexueel verschil zijn. Ik vermoed dat te eerder, omdat aan de basis van onze doornen, duidelijkst aan de achterpooten, twee knobbeltjes voorkomen, die als abortive stekels kunnen worden beschouwd. Daarentegen spreekt SERVILLE van twee lange stekels of sporen boven de voetgeleding, terwijl mijn wijfje vier doorntjes heeft, twee kleine, een grooter en dan het grootste, waarschijnlijk het eenige van zijn figuur. De verbreedingen of kussentjes van de voetgeledingen zijn door hem noch beschreven noch afgebeeld.

Het onderzoek van dit merkwaardig insekt heeft mij op nieuw geleerd, dat, zoo men geen versche voorwerpen onder de oogen kan krijgen, het allezins wenschelijk is, om behalve opgezette voorwerpen ook nog in spiritus bewaarde te kunnen onderzoeken. Menig orgaan wordt door het droogen misvormd, menig deel wordt allengs zeer broos en gaat verloren; in het vocht, hoe verkleurd ook, blijft de vorm meestal beter bewaard en is verminking minder te vreezen.

Groningen, Maart 1865.

BESCHRIJVING VAN SCHEDELS

VAN

INBOORLINGEN DER CAROLINA-EILANDEN.

DOOR

J. VAN DER HOEVEN.

In 1858 kwamen op den 6den Dec. aan boord van het fregatschip *Amsterdam*, kapitein D. HERDERSCHEE, twaalf eilanders der Stille Zuidzee te Batavia aan, die door gemelden gezagvoerder op den 30sten October, in een kano rondzwalkende, aangetroffen waren, en groot gebrek hadden geleden. Medelijden met deze ongelukkige menschen had den kapitein bewogen hen in zijn schip op te nemen. In Batavia aangekomen, werden de meeste dezer eilanders weldra ziek, en binnen 3 weken waren er reeds acht overleden. Van de vier overigen zijn er later nog drie gestorven, zoodat er van allen slechts één over is gebleven. Of deze naar zijne geboorteplaats teruggezonden is, 'tgeen men zich voorgesteld had met allen te doen *), is mij niet bekend.

De geboorteplaats dezer menschen is, volgens waarschijnlijkheid, het eiland *Olee* of *Olea*, gelijk de Heer SWAVING schrijft, of *Wolia*, gelijk in den *Javabode* gemeld wordt. Dat eiland zou, even als *Tamatan*, ten zuiden van de Hogolou's eilanden liggen, welke kleine eilandgroep, volgens

*) Bijvoegsel bij den *Javabode* van 22 December 1858, N°. 102.

de opgaaf van LESSON (*Voyage autour du Monde, Corvette la Coquille*, 1822—1825), op 7°,25' N. B. en 149°,35' O. L. gelegen is.

Van deze eilanders deelt de Heer SWAVING mede, dat zij getatoueerd waren, bijkans geheel naakt gingen, en zwart haar hadden, 'tgeen slechts bij eene vrouw eenigzins gekroesd, maar bij de andere personen glad was. In de ooren droegen zij rollen van schildpad; de oorlel was daardoor buitengemeen uitgerekt.

Van de op Java gestorvene elf menschen zijn 8 schedels door Dr. SWAVING medegebragt. Een negende schedel van *Soejoer* (of *Saenjoer* *) is van een der drie personen afkomstig, die te *Meester Cornelis* bij Batavia overleden is, en bevindt zich thans in het Anatomisch Kabinet der Leidsche Hoogeschool.

Ik heb deze negen schedels onderzocht en gemeten; van de metingen geeft de achter mijn opstel geplaatste tabel een naauwkeurig berigt. De hoofduitkomsten daarvan nemen wij in onze beschrijving op.

Onder de negen schedels zijn zeven van mannen afkomstig, waarbij wij in de eerste plaats onze aandacht bepalen, en welke wij vooral beschrijven zullen, terwijl omtrent de twee vrouwelijke schedels daarna eenige opmerkingen zullen volgen.

De schedels hebben alle eenen langwerpigen vorm; zij behooren tot een volk, dat in de terminologie van RETZIUS dolichocephalisch moet worden genoemd. De gemiddelde omvang van den schedel is 0,515 †). Deze afmeting is

---

*) Zoo geeft Dr. ZAAIJER mij den naam op.

†) Ik heb reden om te denken, dat deze opgave voor den geheelen volksstam, waartoe deze personen behooren, vrij juist zal zijn. Van de zeven mannelijke schedels zijn er vijf, bij welke deze maat valt binnen 0,509 en 0,522; één schedel geeft 0,502 en de zevende, die bijzonder groot is, geeft 0,535. Het gemiddelde van deze twee uitersten zou 0,5185 zijn.

Uit de opgegeven afmetingen blijkt, dat deze schedels langwerpig, smal en vrij hoog zijn. Het voorhoofdsbeen is tamelijk lang, en de zamenkomst van den kroonnaad en den pijlnaad ligt in vijf schedels loodregt boven den voorrand van het groote achterhoofdsgat, bij twee schedels echter daarvóór. Bij alle is de pijlnaad langer dan het voorhoofdsbeen. Zulks is ook bij Germaansche schedels gewoonlijk het geval, hoezeer er echter gevonden worden, bij welke de lengte van het voorhoofdsbeen die der wandbeenderen overtreft; hetgeen, volgens mijne vroegere onderzoekingen, bij Slavonische en Tschudische schedels daarentegen als regel schijnt te moeten worden aangemerkt.

Het achterhoofdsbeen heeft een middelmatige lengte. Bij éénen schedel *) is het echter zeer lang, namelijk van de punt van den lambdanaad tot aan den achterrand van het *foramen magnum* 0,129; maar bij dezen schedel wordt het bovenstuk van de *squama occipitis* door een symmetrisch geplaatst, ruitvormig wormiaansch been gevormd, een *os interparietale*, dat zich van onderen tot digt bij de *linea nuchae superior* uitstrekt.

Het groote achterhoofdsgat is bij de meeste schedels langwerpig †); de lengte staat tot de breedte omtrent als 6:7.

Het voorhoofdsbeen is gelijkmatig gewelfd, het meest uitpuilend in het midden en zacht ter zijde glooijend, zonder duidelijk ontwikkelde *tubera frontalia;* de *glabella* puilt bij de meeste schedels sterk uit. De wandbeenknobbels liggen naar achteren; de halfcirkelvormige lijn voor de slaapspier klimt hoog naar het bovenste gedeelte van den schedel op. Een *foramen parietale* komt slechts bij éénen schedel

---

*) Dien van *Taraloni*, uit de Verzameling van VROLIK, 263.

†) Bij éénen schedel (dien van *Kateboa*, in VROLIKS Verzameling, 261) is het groote achterhoofdsgat ongewoon kort (0,031 lang) en naar achteren betrekkelijk breed (0,028).

aan beide zijden voor; bij de meeste ontbreekt het aan de linkerzijde of is in 't geheel niet aanwezig. Het achterhoofdsbeen vertoont eene sterke ontwikkeling van de uitwendige buil *) en ook gewoonlijk eenen scherpen kam (*crista occipitalis externa*), die naar den grond van den schedel, in de nabijheid van het achterhoofdsgat, als eene opstaande beenplaat bij sommige voorwerpen zigtbaar is, terwijl de boogvormige strepen, vooral de bovenste (*linea arcuata superior*), sterk uitspringen. De ondervlakte van den schedel vertoont diepe sporen van de inhechting der nekspieren. De buitenste plaat van de vleugelwijze uitsteeksels des wiggebeens is bij de meeste schedels zeer breed en naar buiten gekeerd †).

De aangezigtsbeenderen bieden weinig bijzonderheden aan, die afzonderlijke vermelding behoeven. De oogkassen zijn ruim 34 tot 36 m.m. hoog, en gemiddeld 40 of 41 m.m. breed. De neusbeenderen zijn niet plat, maar vormen met elkander eenen meer of min scherpen hoek; zij zijn smal en onder de *glabella* eenigzins minder vooruitspringend dan naar hun benedengedeelte. In hunne verbinding met het voorhoofdsbeen klimmen zij altijd eenigzins hooger op dan de naast hen liggende *processus nasales* van het bovenkaaksbeen. Het doornachtig uitsteeksel (*spina nasalis inferior*) is bij de meeste schedels sterk ontwikkeld en naar voren verlengd. Het uitsteeksel voor de tandkassen is van voren smal of, met andere woorden, de afstand tusschen den onderrand der neusholte en den voorsten rand der bovenkaaksbeenderen is kort. De jukbogen springen niet sterk naar buiten §).

---

*) *Tuberantia externa.*

†) Zulks is ook bij verschillende Chinesche schedels door Dr. SWAVING en door mij waargenomen.

§) Bij één der schedels (dien van *Soenjoer*) is het jukbeenuitwas van het slaapbeen door eenen naad in een voorste en achterste gedeelte ge-

De onderkaak is niet hoog, maar grof en sterk; zij heeft eenen dikken onderrand, en vertoont aan de binnenvlakte eene sterke groef voor den *musculus mylohyoideus*. De takken der onderkaak zijn breed, en toonen aan de buitenvlakte gewoonlijk sterke sporen van de aanhechting van den *musculus masseter*.

De tanden zijn gezond, en ik zag geen enkelen tand, die sporen van *caries* aanbood. De snijtanden in de bovenkaak staan niet ordelijk naast elkander geschaard, maar min of meer onregelmatig, naar achteren of naar voren verdrongen, terwijl de twee hoektanden, op geringen afstand van elkander geplaatst, slechts weinig ruimte voor de snijtanden overlieten.

Behalve de zeven mannelijke schedels zijn er nog twee van vrouwen afkomstig, die wij hebben kunnen onderzoeken *). Geslachtsverschil bieden deze schedels naauwelijks aan. De omvang van deze schedels is geringer dan gemiddeld bij de mannelijke schedels †). De lengte van den eenen schedel bedraagt 0,181, van den anderen 0,182. Dit verschilt weinig van de gemiddelde afmeting bij de mannelijke schedels. De breedte van den schedel bedraagt bij den eenen 0,123, bij den anderen 0,126, hetgeen, wanneer wij deze maat met de gemiddelde maat der mannelijke schedels vergelijken, daarmede geen noemenswaardig verschil oplevert.

---

scheiden. Deze naad bevond zich een weinig vóór den voorrand der gewrichtsholte voor het hoofd der onderkaak.

*) Een daarvan bevond zich eerst in de Verzameling van den Hoogleeraar VROLIK en is thans met den anderen, die reeds van den beginne naar het *Museum anatomicum* der Leidsche Hoogeschool gekomen was, in dat Museum geplaatst.

†) Bij den eenen 0,505, bij den anderen 0,514; het laatste blijft nog beneden het gemiddelde der zeven mannelijke schedels, namelijk 0,515.

De boog van den schedel bedraagt bij den eenen schedel 0,379, bij den anderen 0,365. Het middelgetal (0,372) is 9 millimeters beneden het middelgetal der mannelijke schedels. De lengte der wandbeenderen is vooral geringer; minder verschil schijnt het voorhoofdsbeen en nog minder het achterhoofdsbeen aan te bieden. Maar een algemeen besluit omtrent een geslachtsverschil te dezen aanzien uit twee schedels op te maken, zou eene groote vermetelheid zijn.

De hoogte van den schedel (0,144 en 0,139) biedt geen verschil aan, maar komt met de gemiddelde hoogte, die bij de zeven mannelijke schedels gevonden is, overeen.

De *glabella* steekt minder uit dan bij de mannelijke schedels. Ook aan het achterhoofdsbeen is de oppervlakte gladder; de schub van het achterhoofdsbeen is boven, bij de punt van den lambda-naad, rond gewelfd.

Het aangezigtsgedeelte levert weinig merkwaardigs op. De *spina nasi* springt niet vooruit, zoo als bij de mannelijke schedels het geval is. De bovenkaaksbeenderen hellen meer naar voren, zoodat de gelaatshoek scherper wordt *). De snijtanden staan regelmatiger dan bij de mannelijke schedels; die der bovenkaak springen meer boven de rij der onderkaaks-snijtanden vooruit. De onderkaak is minder dik dan bij de mannelijke schedels, en vertoont slechts flaauwe sporen van de inhechting van den *musculus masseter*.

Wij moeten nog met een enkel woord vermelden, dat een dezer vrouwelijke schedels aan beide zijden en een der

*) De afstand van den voorrand van het groote achterhoofdsgat tot aan den rand der bovenkaak tusschen de snijtanden bedraagt bij den eenen schedel 0,098, bij den anderen 0,104.

Het alveolaire gedeelte van het bovenkaaksbeen is dun, zoodat de lange tandwortels, daar de zeer dunne beenplaat bij het toebereiden der schedels verloren ging of gedeeltelijk oorspronkelijk reeds ontbrak, zich hier en daar onbedekt vertoonen.

zeven vroeger vermelde mannelijke schedels aan de regterzijde een afwijking vertoont, welke HYRTL in zijn *Leerboek der Ontleedkunde* eene groote zeldzaamheid noemt *). Het is namelijk eene verlenging der buitenste plaat van den *processus pterygoideus* en eene vergroeijing met het doornuitsteeksel (*processus spinosus* of *spina angularis*) van den grooten wiggebeensvleugel; boven deze verbinding blijft er een langwerpig rond gat over, hetwelk onder het *foramen ovale* geplaatst is. Wij hebben vroeger reeds gemeld, dat bij de meeste schedels deze buitenste plaat van het vleugelwijzige uitwas zeer breed en buiten gekeerd is.

Gelijk boven gezegd is werden deze eilanders door den scheepsgezagvoerder HERDERSCHEE voor afkomstig van het eiland *Wolia* aangezien. In de berigten, die in het Javaansche dagblad voorkomen, is de reden van deze gissing niet opgegeven. Ook ware het wenschelijk geweest, dat de plaatsbepaling, wáár deze op zee zwervende personen aan boord van het fregatschip opgenomen zijn, in het berigt naauwkeuriger was aangeteekend †). Wat het eiland *Wolia* betreft, zoo wij het voor geen nieuw eiland te houden hebben, is het wel

---

*) „*Die aeussere Lamelle* [des Proc. pterygoideus] *ist als grosse Seltenheit mit der* spina angularis *durch eine knoecherne Spange verbunden, welche Anomalie als Verknoecherung des von* CIVININI *beschriebenen Bandes* — Lig. pterygo-spinosum — *zu deuten ist.*" *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Prag, 1846. 8°. S. 177.

Bij dezen vrouwelijken schedel (dien van *Natioli*) biedt het *foramen ovale* eenen afwijkenden vorm aan. Het is aan de linkerzijde bijkans volkomen rond, aan de regterzijde bijkans driehoekig, van achteren breeder. Het is naauwelijks der vermelding waardig, dat het bij den anderen vrouwelijken schedel aan de regterzijde met het *foramen spinosum* zamenvloeit, waardoor eene opening ontstaat, die bijkans eene 8vormige gedaante heeft.

†) „Op 90 duitsche mijlen afstand van de Pellen- (Pelew?) eilanden." *Javabode*, 28 Dec. 1858.

waarschijnlijk hetzelfde, dat DE TORRES *Guliai*, anderen *Oelee* of *Oellie* noemen *). Dat eiland ligt in het westelijke gedeelte van de groote groep der Carolina-eilanden, omstreeks op 7° N. B. en 144° O. L. van *Greenwich*. Van eenen inboorling van dat eiland, *Kadoe* genaamd, bezitten wij twee afbeeldingen, beide in profiel, waarvan de eene voor het derde deel van het Reis-verhaal van VON KOTZEBUE, de andere in de *Voyage pittoresque*, welke de teekenaar der expeditie, CHORIS, heeft uitgegeven, geplaatst is †).

In het westelijk gedeelte van den grooten Oceaan bevinden zich tusschen den 5den en 10den graad N. B. onderscheidene eiland-groepen, die men onder den naam van Carolina-eilanden zamenvat. Reeds in den aanvang der zestiende eeuw waren er enkele van gezien, doch de ontdekkingen dier tijden waren weder in vergetelheid geraakt en voor onze geographische kennis verloren §). Men kan daarom LAZEANO met meerdere zekerheid bij deze eilanden aanhalen, die in 1686 een der westelijke eilanden van deze groep ontdekte **). In het laatst der vorige

---

*) Het zou dan hetzelfde eiland zijn waarvan *Kadoe* afkomstig was, die door O. VON KOTZEBUE op het eiland Aour in de Radack-keten aangetroffen, op zijn verzoek aan boord van het schip *Rurick* werd opgenomen, en de Russische reizigers gedurende een langen tijd vergezelde.

De Franschen schrijven *Oulea* (CHORIS, *Voyage pittoresque*, Paris, 1822, fol.), de Duitschers *Ulle;* V. KOTZEBUE, *Entdeckungs-Reise auf dem Schiffe Rurick*, 1815—1818. Weimar, 1821. 4°. II. p. 84, 85.

†) *Iles Radak*, Pl. XVII. *Kadou, natif de l'île d'Oulea, une des Carolines.*

§) SAAVEDRA 1528, VILLALOBOS 1542, LEGASPI 1565. Op eene door VUILLEMIN in 1851 in het licht gegeven mappemonde in MERCATORS projectie, waarop de ontdekkingen zijn aangeteekend (*Planisphère illustré..... indiquant l'époque des grandes découvertes et les noms des navigateurs*) wordt VILLALOBOS als ontdekker der Carolina-eilanden opgegeven.

**) Waarschijnlijk *Eap* of *Yap* volgens CHAMISSO's opgave in zijne bewerking der berigten over deze provincie van den grooten Oceaan. VON KOTZEBUE's *Entdeckungs-Reise*, III, p. 85.

eeuw werden wij nader bekend met de meest westwaarts gelegen groep, door de Spaansche zeevaarders *Palaos* genoemd of de Pelew-eilanden, toen een paketboot in dienst van de Engelsche Oost-Indische Maatschappij daar schipbreuk leed *). In onze eeuw werd een geheel oostelijk gelegen archipel nader bekend, welke tot dezelfde eilandgroep behoort, de Radack-eilanden †). Eigenlijk vormen al deze eilanden minder eene zamenhangende groep dan wel eene reeks van door min of meer bijeenliggende eilanden gevormde groepen en deze reeks strekt zich ongeveer veertig graden lengte uit (van 134° tot 173° O. L. van *Greenwich*).

De bevolking dezer eilanden is veel onvolkomener bekend dan die van de meer oostwaarts gelegene eilanden van de Stille Zuidzee, van de Sandwichs-eilanden b. v. en van de in het zuidelijk halfrond gelegene Gezelschaps-eilanden, *Tahiti* enz. Behalve berigten van Jesuiten, vooral van pater CANTOVA §), heeft men tot in deze eeuw geene nadere inlichtingen omtrent deze volken verkregen dan die door WILSON van de Pelew-eilanders bij zijne schipbreuk

*) Het dagverhaal van kapitein WILSON, gezagvoerder van de *Antelope*, is uitgegeven door G. KEATE en ook in onze taal overgebragt: *Beschrijving van de Pelew-Eilanden*. Rotterdam, 1789. 4°.

†) Het is van deze eilanden dat *Rarick* afkomstig was, wiens afbeelding voor het tweede deel van KOTZEBUE's *Entdeckungs-Reise* geplaatst is. Vergelijk over deze nieuw ontdekte eilanden KRUSENSTERN in KOTZEBUE's *Entdeckungs-Reise*, II, p. 157, 158.

§) J. R. FORSTER heeft in zijne *Bemerkungen über Gegenstände der physischen Erdbeschreibung u. s. w. auf seiner Reise um die Welt* (uebersetzt von G. FORSTER), Wien 1787, p. 491—502, uit DES BROSSES, *Hist. des Navigations aux Terres australes*, Tom. II, p. 445—511, een uittreksel gegeven omtrent de bewoners der Carolina-eilanden. Van CANTOVA's berigten en schriftelijke mededeelingen van Don LOUIS DE TORRES, Vice-Gouverneur der Marianen-eilanden, heeft CHAMISSO gebruik gemaakt in zijne aanteekeningen, die men in het derde deel van O. V. KOTZEBUE's *Entdeckungs-Reise* vindt, p. 122—187. Vergel. ook KOTZEBUE selven; ald. II. p. 180.

in 1783 waren medegedeeld. In deze eeuw zijn door de reis van VON KOTZEBUE en de reizen van DUPERREY en FREYCINET eenige nadere bijzonderheden bekend geworden *).

Over het algemeen stemmen de berigten in de volgende bijzonderheden overeen. De bewoners der Carolina-eilanden zijn van middelmatige lengte; zij zijn niet allen van dezelfde kleur; zelfs op hetzelfde eiland is hierin verschil; de donkerst gekleurde zijn die van geringeren stand. Hunne tanden zijn wit en niet afgevijld of zwart geverwd, zoo als bij de Maleiers. De oogen zijn levendig en donker, maar niet groot. Een bepaalde volkstrek kan men in het gelaat niet opmerken †). Zij gaan bijkans geheel naakt §), maar versieren zich met donker blaauw getatoueerde strepen op armen en beenen, in de lengte evenwijdig loopende. Voorts is het oor doorboord en de oorlel door de voorwerpen, welke daarin tot sieraad gestoken worden, somtijds buitengewoon uitgerekt. In die opening dragen ze rollen of ringen van schildpad of been, en de vrouwen versieren die ook wel met bloemen. De hoofden wonen in grootere hui-

*) FREYCINET, *Voyage de l'Uranie*, zag slechts op *Guam* (Marianen-eilanden) bewoners der Carolina-eilanden. DUPERREY bezocht enkele eilanden zelve. LESSON heeft daarvan zijne berigten als ooggetuige ontleend en deze medegedeeld in zijn reisverhaal *Voyage autour du Monde entrepris sur la Corvette la Coquille* (uitgave te Brussel, 1839. 8°. Tom. IV. p. 121—191), *Complément des Oeuvres de Buffon.* Tome II, *Races humaines.* Paris, 1828. 8°. p. 372—442 en *Voyage médical autour du Monde.* Paris, 1829. 8° p. 185—200.

†) Dit is het getuigenis van J. ARAGO, teekenaar bij de expeditie van FREYCINET, 1817—1820. *Promenade autour du Monde.* Paris, 1822. II. p. 30 „*Les habitants des Carolines n'ont pas un caractère de physiognomie particulier: chaque individu a le sien, et tout varie en eux, même la couleur de la peau.*"

§) Zoo ook getuigt SWAVING.
„Een gordel of band van vezelachtige stof omgaf de lendenen der vrouwen, een lapje (*tor*) droegen de mannen over de genitalia."

zingen, de gemeene man in kleine hutten. Hunne wapens zijn lansen en werpspiesen Behalve van voortbrengsels van het plantenrijk voeden zij zich van visch. Zij bezitten bijkans allen eene groote geoefendheid in het besturen hunner, uit holle boomstammen vervaardigde pirogues, waarmede zij groote togten durven ondernemen. De Marianeneilanden worden vrij geregeld door sommige van de Carolina-eilanders bezocht; zij brengen er schelpen en eenige door hen vervaardigde kleinigheden aan, om daartegen ijzerwaren, al zijn het ook slechte spijkers of slechte messen, in te ruilen.

Met deze berigten stemmen de aanteekeningen, die Dr. SWAVING bij de door hem naar Nederland overgezonden schedels gevoegd heeft, zeer wel overeen. Ook hetgeen hij omtrent sommige woorden, die van de schipbreukelingen opgeteekend zijn, mededeelt, geeft gelijkheid met de woorden van de lijsten, die ons door reizigers zijn medegedeeld, te kennen. Onder de twaalf personen gaven echter sommige andere namen aan dezelfde zaken, zoodat zij misschien niet allen van hetzelfde eiland afkomstig waren *).

Afbeeldingen van schedels van Carolina-eilanders zijn mij niet bekend. Wel bezit men afbeeldingen, die naar levende personen genomen zijn, maar aan welke niet altijd volkomen vertrouwen gegeven kan worden. Het best is mogelijk

*) LESSON heeft een woordenlijst gegeven van de bewoners van *Ualan* of *Oualan* (het eiland *Strong*), welk eiland op 5°,21′ N. B. in het oostelijk deel der Carolina-eiland-groepen, omtrent op 163° O. L. van *Greenwich*, gelegen is. *Voy. autour du Monde*, IV, p. 175—182. *Compl. aux oeuvres de Buffon*, II, p. 423—429 (van *Hogoleu* of *Hogolou* geeft hij de namen der getallen tot 10,000 op). *Voy. aut. du Monde*, IV, p. 190. *Compl. aux oeuvres de Buffon*, II, p. 440, 441. *Hogolou* ligt omtrent in het midden der onderscheidene groepen van de Carolinaeilanden op 7°,25′ N B. en 152° O. L. van *Greenwich*. Weinig overeenkomst heeft die woordenlijst met eene andere van de *Carolina-eilanders*, welke ARAGO geeft in zijne reeds aangehaalde *Promenade autour du Monde*, II, p. 476—492.

het portret van *Kadou* in de pitoreske reis van CHORIS te vertrouwen *).

LESSON is geneigd de Carolina-eilanders met Chinezen en Japanners te vergelijken, en noemt deze eilanders pelagische Mongolen †). Dat ze van de overige bewoners der stille Zuidzee, bepaaldelijk van de Otahiters en Nieuw-Zeelanders verschillen, blijkt uit al wat wij van dezen weten. Eveneens onderscheiden zich de bewoners der Carolina-eilanden van de Maleiers. Of echter de vereeniging met den Mongoolschen stam niet meer als eene hypothese is te beschouwen, dan wel als eene goed gestaafde, uit ervaring afgeleide meening, zou ik niet durven beslissen. LESSON laat deze volken van het westen naar het oosten op deze eiland-groepen aankomen, en zoekt hunnen oorsprong op de Philippijnsche eilanden. Het is mogelijk, dat dit de wijze is, waarop deze reeks van eilanden hare bevolking ontving, maar meer dan eene loutere gissing is het niet; over zoodanig eene gissing kan men niet twisten. Het eenige wat men aan een wetenschappelijk onderzoek onderwerpen kan, is de overeenkomst of het verschil tusschen schedelvorm, ligchaamsbouw en taal bij andere volken

---

*) Men vindt kleine figuren van bewoners der eilanden *Penelap* en *Aouari* uit de groep der Carolina-eilanden in den *Atlas historique*, *Voy. de la Coquille*, Pl. 57. Weinig vertrouwen verdienen de afbeeldingen in den *Atlas Hist.* van FREYCINET, *Voyage de l'Uranie*, Pl. 58 (afbeeldingen die ons aan Europesche teeken-akademie-beelden doen denken) en in den Atlas van ARAGO, *Promenade autour du Monde*, Pl. 14, 15 (Carolina-eilanders op Tinian gezien, van welke beelden hetzelfde geldt). Verder vindt men afbeeldingen naar pleisterbeelden van Carolina-eilanders genomen in den *Atlas d'anthropologie* van de *Voyage au pôle sud et dans l'Océanie sur les Corvettes l'Astrolobe et la Zélée*, 1837—1840, Pl. 8, 9.

†) *Voyage autour du Monde*, IV, p. 144, en vooral *Complément aux oeuvres de Buffon*, II, p. 372. Zie ook in DUPERREY, *Voyage autour du Monde*, *Zoologie*, I. *Considérations sur les variétés de l'espèce humaine, qui habitent les îles du grand Océan*, en LESSON en GARNOT in de *Annales des Sc. natur.*, X, 1827.

en bij Carolina-eilanders. Eene bijdrage daartoe kan deze schedelbeschrijving geven. Daarom heb ik hier en daar bij de afmetingen ook eene vergelijking gemaakt met hetgeen het onderzoek van Chinesche schedels mij heeft doen kennen. Zeker komen deze Carolina-eilanders met Japanners in hunnen schedelvorm geenszins overeen, en Japan ligt toch op den weg der veronderstelde verhuizing *). Wij gelooven dus dat het gevoelen van LESSON nog geheel onbewezen is.

---

*) Van Japan laat dan ook LESSON de bewoners der Carolina-eilanden, de Chamorra's der Marianen-eilanden en ook de Tagallers der Philippijnen afstammen: *la conformation physique, la langue sans aucune analogie avec la langue océanienne doivent indubitablement porter l'examinateur impartial que les habitants de Oualan de même que les Carolins et peut-être une partie des Chamoriens, des Mariannes et des Tagals des Philippines sont originaires de quelques-unes des provinces de l'empire Japonais. Voyage autour du Monde*, IV, p. 144. Het is niet genoeg, dat de taal der Carolina-eilanders verschilt van die der overige Zuidzee-eilanders om dit gevoelen te staven, maar LESSON zou ook hebben moeten aantoonen, dat die taal met die der Japanners overeenkwam; dat zij met de Tagalische taal op de Philippijnsche eilanden overeenstemt, wordt wel door GOBIEN beweert, maar ADELUNG kon het uit de weinige woorden, die GOBIEN aanhaalt, niet bevestigd zien. *Mithridates*, I, 1806, p. 627, 628. Een Engelsch zendeling heeft aan boord van het fregatschip *Amsterdam* eene woordenlijst van de schipbreukelingen opgemaakt, die Dr. SWAVING met de schedels aan Prof. W. VROLIK heeft gezonden. Ik heb van die woordenlijst inzage gehad, en de overeenstemming met die, welke ARAGO in zijn vroeger aangehaald werk van de Carolina-eilanders geeft, is groot genoeg om omtrent de afkomst der schipbreukelingen van een of meer eilanden, die tot de groep der Carolina's behooren, alle twijfeling weg te doen vallen. Volkomen gelijkheid is er niet, maar sommige van de afwijkingen zijn uit de verschillende schrijfwijs van den Franschman en Engelschman te verklaren, andere zullen van den verschillenden oorsprong afhangen, terwijl ARAGO niet opgeeft, op welk eiland de taal gebezigd werd, waarvan hij de woordenlijst mededeelt. Waarschijnlijk verzamelde hij de woorden uit die, welke hij uit den mond der Carolina-eilanders opgevangen had, die de Marianen-eilanden bezochten.

NDERS.

		I.	J.	K.
Nº. I. *Taralipa.* Nº. 96. Anatom. M van Leiden.	2	0,028	0,071	0,077
Nº. II. *Kateboa* (o *tarelipua.*) Nº. 162. A. M. L. Vrolik 261.	6	0,035	0,069	0,088
Nº. III. *Taraloni.* Nº. 159. A. M. L. Vrolik 263.	2	0,032	0,075	0,088
Nº. IV. *Maramiet.* Nº. 160. A. M. L. Vrolik 262.	6	0,028	0,071	0,092
Nº. V. *Garaliet* (of *rakaliet.*) Mijne verzamel. 11	3	0,028	0,065	0,083
Nº. VI. *Eralimo* (of *limang.*) Mijne verzamel. 11	3	0,026	0,072	0,081
Nº. VII. *Saenjoer* (*Suaniora.*) Nº. 97. A. M. L. B	4	0,029	0,063	0,091
Mannen-Schedels. Gemiddeld.	2	0,029	0,069	0,086
Laepat of *Saupat* Nº. 95. A. M. L. B	6	0,027	0,071	0,089
Natioli of *Natuilul* Nº. 161. Anat. Mu Vrolik 264.	0	0,032	0,066	0,084

A. Lengte van de krom *agnum.*
beenderen af tot aan
a) Lengte van het lerkaak tot den hoek des beens.
b) Lengte van de
c) Lengte van het len voorrand.
B. Omvang van den sc
C. Grootste lengteafmet *lde maten.* Het vierde decimaal-cijfer is niet
hoofdsknobbel. 1 m.m. gerekend, bij minder is het cijfer niet
D. Hoogte van den sch
regt boven liggend n Heer Swaving en den Engelschen zendeling,
E. Breedte van den sch n het Fregatschip bevond, niet volkomen gelijk-
F. Breedte van het voo derhalve onzeker.



Fig. 1



Fig. 2

...ndel. ad nat. et in lap. del. J. J. Sleyser, impr.

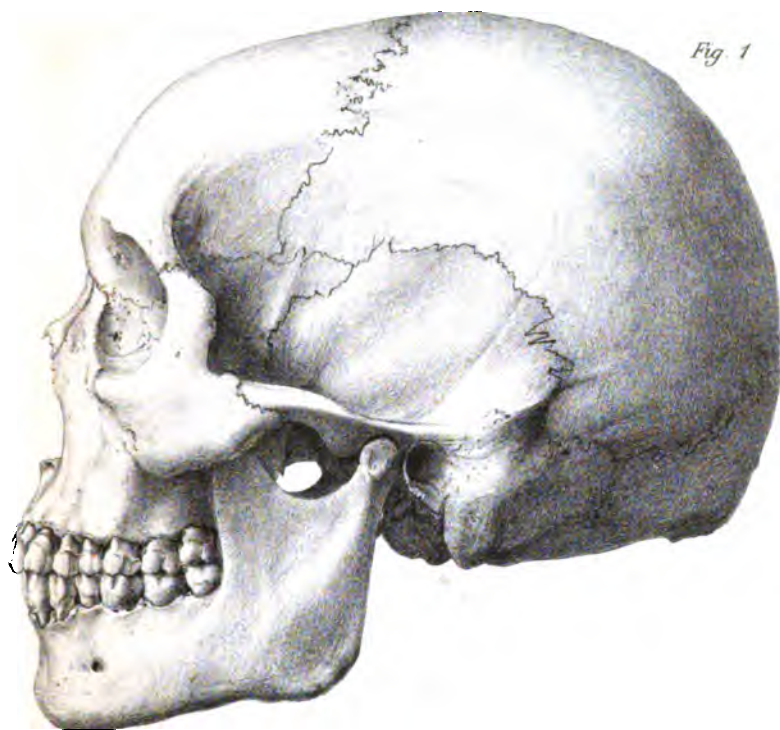


Fig. 1

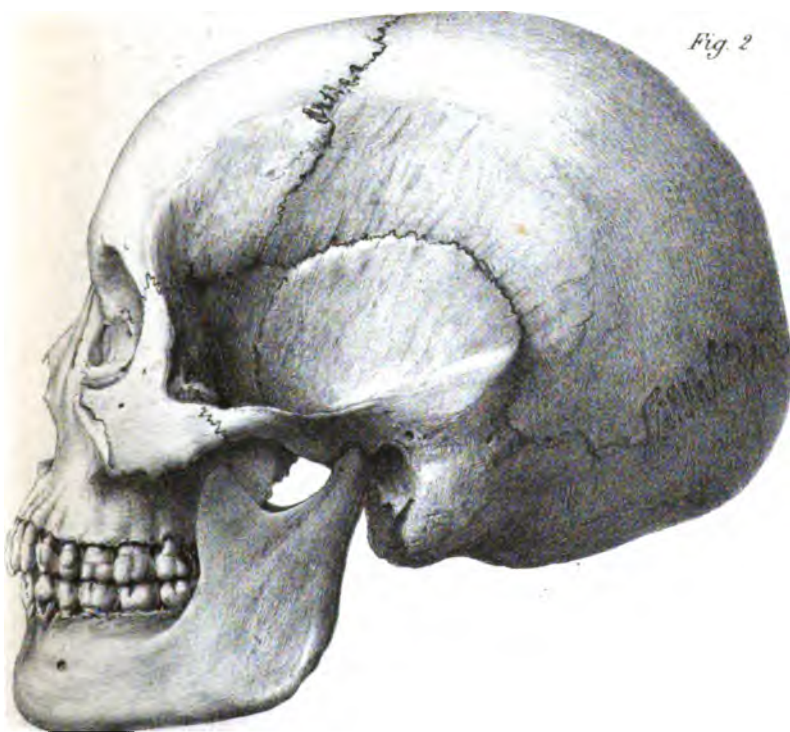


Fig. 2

J. Wendel ad nat et in lap del. *J. J. Steyss.*



VERKLARING DER AFBEELDINGEN.

PLAAT I.

Fig. 1. Schedel van *Taralipa* van voren.

Fig. 2. Dezelfde schedel van de linkerzijde.

Van dezen schedel is in den tekst (blz. 248) eene afteekening van boven gezien gegeven.

PLAAT II.

Fig. 1. Schedel van *Taraloni* van de linkerzijde.

Fig. 2. Schedel eener vrouw (*Laépat* of *Saupat*) van de linkerzijde.

Al de afbeeldingen zijn op de helft van de natuurlijke grootte geteekend.

OVER

ATOMICITEIT EN AFFINITEIT.

DOOR

P. J. VAN KERCKHOFF.

§ 1. ATOMICITEIT EN AFFINITEIT.

Het beginsel van de atomiciteit (hydriciteit) *) der enkelvoudige radicalen, zooals het zich in de laatste jaren ontwikkeld heeft, heeft misschien meer dan eenig ander een nieuw licht doen opgaan over scheikundige zamenstelling. De theoretische scheikunde niet alleen is er door gebaat, maar de gevolgtrekkingen, er uit afgeleid, hebben menigen aanstoot gegeven tot nieuwe onderzoekingen en tot vermeerdering onzer positive kennis. De feiten, waarop dit beginsel steunt, zijn niet slechts talrijker geworden, maar ze hebben het al meer en meer duidelijk op den voorgrond doen treden, terwijl omgekeerd de uit het beginsel afgeleide gevolgtrekkingen door de uitkomsten der proeven zijn bevestigd.

Het is dan ook geen wonder, dat tegenwoordig verreweg de meeste scheikundigen dat beginsel huldigen en, de

*) Ofschoon het woord hydriciteit mij juister voorkomt, heb ik het woord atomiciteit gebezigd, omdat het meer algemeen in gebruik is.

voordeelen er van tot het vormen van algemeene begrippen omtrent scheikundige werkingen inziende, het zoowel voor anorganische als organische stoffen aannemen en uit de scheikunde zoodoende de kunstmatige indeeling in anorganische en organische doen vervallen.

Maar hoe hoog men de waarde van het beginsel der atomiciteit ook moge aanslaan, het is niet vrij te pleiten van zekere eenzijdigheid. Het is mijn voornemen hierop opmerkzaam te maken en eenige beschouwingen mede te deelen, die, naar ik meen, zonder die wet zelve aan te tasten, haar de noodige aanvulling geven.

Ik begin met in herinnering te brengen, dat er, in de opvatting van het woord atomiciteit, verschil bestaat tusschen verschillende scheikundigen. Kekulé *) bijv., die de triatomiciteit van de stikstof aanneemt, houdt het er voor, dat elke grondstof slechts één onveranderlijke atomiciteit bezit en noemt de verbindingen, in welke die grondstof met een geringer aantal atomiciteiten verbonden is, onvolledig. Würtz daarentegen neemt aan, dat elk radicaal een maximum van atomiciteit bezit, maar dat dit maximum niet in alle verbindingen aanwezig is, zoodat het soms met eene geringere atomiciteit optreedt †). Zooals ik later zal mededeelen, vereenig ik mij op bepaalde alsdan te ontwikkelen gronden, met de zienswijze van würtz. Voorloopig merk ik slechts op, dat, als men de atomiciteit omschrijft als de verbindingswaarde van een radicaal, uitgedrukt in het aantal atomen eener monatomische stof (of stoffen), waarmede het zich verbindt, men alsdan de zienswijze van würtz deelt. Daaruit volgt namelijk, dat eene stof, wanneer zij zich in meer dan eene verhouding

*) *Lehrbuch der organischen Chemie.*

†) Würtz, *Sur quelques points de philosophie chemique.* p. 154.

met eene andere monatomische verbindt, met verschillende atomiciteit in die verschillende verbindingen optreedt. De atomiciteit is dan niet eene onveranderlijke, maar eene veranderlijke grootheid. Men moge die verbindingen, in welke de atomiciteit nog geen maximum bereikt heeft, onverzadigde noemen al of niet, zooveel is zeker, dat in die zelfde verbindingen het element dat men beschouwt, met geene grootere atomiciteit (verbindingswaarde) aanwezig is, zoolang die verbinding bestaat, en alleen dan eene hoogere aanneemt, wanneer het in de gelegenheid gesteld wordt meer atomen van het tweede op te nemen.

Onverschillig of men met KEKULÉ de atomiciteit omschrijve, als het maximum van het aantal monatomische atomen, dat een element opneemt, en dus de atomiciteit als onveranderlijk beschouwt, of wel dat men met WÜRTZ de atomiciteit aanneme als bepaald door het aantal monatomische atomen, waarmede het element zich, in eene gegevene verbinding bevindt en dus die atomiciteit als veranderlijk beschouwt, — onverschillig, zeg ik, welke van beide zienswijzen men aanneemt, de opvatting van het begrip van atomiciteit, in het algemeen, is op zich zelf onvoldoende om van alle scheikundige verschijnselen rekenschap te geven. De belangrijkheid van het beginsel in zijne verschillende toepassingen is misschien de oorzaak, dat men in de eenzijdigheid is vervallen van alleen op het aantal monatomische atomen acht te geven, zonder te letten op de meerdere of mindere kracht, waarmede deze bij verschil van hun aard gebonden worden. Men heeft bij de geheele discussie over atomiciteit te zeer over het hoofd gezien, dat de kracht door welke een atoom van een element met een of meer atomen verbonden is, verschillend is naar gelang van den aard der toetredende atomen, ook dan wanneer de grootte van de atomiciteit dezer laatste dezelfde blijft; met andere woorden: het is

bijna in vergetelheid geraakt, dat de affiniteit (verbindingskracht) niet door de atomiciteit gemeten wordt.

Het komt mij voor, dat men niet alleen een onderscheid moet maken tusschen atomiciteit en affiniteit, iets wat trouwens nooit bepaald ontkend is, maar ook dat men de atomiciteit en affiniteit met elkaar in verband behoort te brengen. De eerste alleen kan geen gesloten geheel eener theorie vormen; zij geeft alleen acht op verbindingshoeveelheden, niet op verbindingskracht.

Daar het van belang is, dat men het eens zij omtrent de juiste beteekenis der woorden, herinner ik nog eens, wat men naar mijne meening door de woorden atomiciteit en affiniteit te verstaan heeft.

De atomiciteit heeft betrekking op de hoeveelheid der stoffen, die zich met elkaar verbinden; zij wordt uitgedrukt in atomen eener stof, welker verbindingswaarde de kleinste is en als éénheid wordt aangenomen; de atomiciteit duidt dus aan, hoeveel atomen dier (tot gemeenschappelijke maat genomen) monatomische stoffen zich met één atoom der gegevene verbinden.

De affiniteit daarentegen duidt niet de hoeveelheid eener stof aan, waarmede eene gegevene zich verbindt, maar de kracht, die ze te zamen vereenigt.

De duidelijkheid zou er zeker bij winnen, zoo men in plaats van atomiciteit sprak van atoomwaarde en in plaats van affiniteit van verbindingskracht.

Ten opzigte onzer kennis omtrent atomiciteit en affiniteit heerscht een in het oog loopend verschil. Terwijl men in staat is geweest de atomiciteit der elementen en der zamengestelde radicalen te meten en dus in getallen uit te drukken, is men in de kennis der affiniteit niet verder gekomen, dan dat men weet, dat ze verschilt naar gelang van den aard der enkelvoudige of zamengestelde radicalen, die met elkaar in verbinding treden, en dat ze

afhankelijk is van velerlei omstandigheden. Eene gemeenschappelijke maat, waarmede zij in elk geval kan worden bepaald, is te vergeefs gezocht. Wel heeft men gemeend, dat bijv. de warmteontwikkeling, die in de meeste gevallen van verbinding wordt waargenomen, daartoe zou kunnen dienen, maar sedert het vast staat, dat soms verbindingen tot stand komen met warmteverbruik in plaats van warmteontwikkeling, en dat ontledingen daarentegen soms met voortbrenging van warmte gepaard gaan, is het meten der voortgebragte warmte niet genoegzaam ter bepaling van de grootte der affiniteit. Het uitzigt blijft open, dat op dit gebied het beginsel van behoud van arbeidsvermogen even rijke vruchten zal dragen als het reeds bij andere natuurwerkingen heeft opgeleverd.

Maar al is het dan ook, dat men, ten minste voor het oogenblik, de affiniteit niet kan meten, dat is: in vergelijkbare cijfers uitdrukken, toch mogen wij haar bij de geringe kennis, die wij omtrent haar bezitten, niet verwaarloozen bij de beschouwing van scheikundige werkingen.

In geen geval kan de affiniteit door de atomiciteit worden gemeten. Dit zou alleen dan mogelijk zijn, wanneer 1°. in eene verbinding de affiniteit van het eene radicaal door het toetredend aantal atomen van een monatomisch radicaal geheel en absoluut werd voldaan (absolute verzadiging) en 2°. wanneer het vaststond, dat de toetredende atomen dier monatomische stof alle met gelijke kracht (of met onder elkander vergelijkbare krachten) werden gebonden. Voorloopig merk ik omtrent het eerste punt aan, dat uit geen enkel feit blijkt, dat ooit deze absolute verzadiging plaats heeft, en omtrent het tweede, dat de onderstelling, als zouden verscheidene atomen eener monatomische stof alle met gelijke kracht door een polyatomisch atoom gebonden zijn, zoo al niet onwaar althans zeer onwaarschijnlijk is. Toegegeven evenwel, dat beide onderstellingen be-

waarheid waren, dan nog zou de atomiciteit slechts voor die bepaalde radicalen tot maatstaf der affiniteit kunnen strekken, en niet voor verbindingen gevormd uit een der beide radicalen met een derde radicaal, want de ondervinding leert, dat de affiniteit van een radicaal ten opzigte van twee andere, die dezelfde atomiciteit bezitten, niet dezelfde is. Atomiciteit en affiniteit zijn dus niet aan elkaar evenredig.

Al neemt men bij de atomiciteit aan, dat zij voor een en hetzelfde radicaal verschillen kan in de verschillende verbindingen die het aangaat, toch wordt zij in elk geval door een bepaald cijfer uitgedrukt. Geheel anders is het met de affiniteit gelegen, daar de grootte van deze in de verschillende verbindingen nog niet numeriek is vastgesteld. Er is dus een belangrijk onderscheid in de beteekenis van het woord „veranderlijk," naar gelang men het bezigt ten opzigte van de atomiciteit of van de affiniteit. De atomiciteit, die wij op den voet kunnen volgen en in cijfers uitdrukken, wisselt met sprongen af ten opzigte van een en hetzelfde radicaal, dat zich met het gegevene verbindt. In hoofdzaaak is zij afhankelijk van dit laatste zelf, en nagenoeg onafhankelijk van het monatomische, dat toetreedt. De affiniteit daarentegen wisselt in grootte naar ons nog onbekende wetten af; zij is wel afhankelijk van het radicaal zelf, maar evenzeer van den aard van het andere radicaal, of de onderscheiden andere radicalen die er zich mede verbinden, en verder van het verschil der omstandigheden onder welke de verbinding óf tot stand komt óf, gevormd zijnde, wordt geplaatst.

In de verbindingen H.H., H.Cl., H.Br., H.I., is telkens één atoom waterstof met een ander atoom van dezelfde atomiciteit verbonden; de atomiciteit van de waterstof is dus overal dezelfde. De affiniteit echter, door welke deze verbindingen tot stand komen, is bij alle zeer verschillend.

Wij weten met zekerheid, dat op de gewone temperatuur die van het atoom Cl. voor het atoom H. grooter is dan die van Br. voor H., deze weder grooter dan die van I. voor H., maar eene vergelijking dier affiniteiten in getallen is ons nog onbekend.

In de verbindingen $H_2\Theta$ en $H_2\mathrm{S}$ bezitten zuurstof en zwavel dezelfde atomiciteit. De affiniteit (verbindingskracht) der beide radikalen Θ en S ten opzigte der waterstof is evenwel verschillend.

Zoo ook is de affiniteit der stikstof ten opzigte van H. en Cl. belangrijk verschillend, terwijl de atomiciteit van N in de beide verbindingen dezelfde is.

Geen voorbeeld zou er aan te voeren zijn, dat de affiniteit van een radicaal voor twee andere juist dezelfde is.

Daaruit dat een gegeven radicaal zich met een zeker aantal atomen eener monatomische stof verbindt, besluit men te regt tot zijne atomiciteit, maar daaruit af te leiden, dat zijne affiniteit door die verbinding (zelfs in maximo) zou uitgeput zijn, dat is dat het radicaal geene affiniteit hoegenaamd meer zou bezitten ten opzigte van andere stoffen, zulks komt mij niet alleen ongeoorloofd voor, maar zelfs in tegenspraak met goed bekende feiten. Immers het kan zijn, dat de affiniteit van een radicaal ten aanzien van een zeker ander voldaan is, terwijl het eerste nog affiniteit ten opzigte van een derde overhoudt.

Zulks zal bijv. plaats hebben als de verbindingskracht van het eerste jegens het tweede grooter is dan door een zeker aantal atomiciteiten van dit laatste kan worden bevredigd, terwijl het nog onverzadigde gedeelte niet toereikend meer is om op nieuw twee atomiciteiten van het tweede op te nemen. Komt er dan een derde radicaal bij, van hetwelk twee atomiciteiten door het onverzadigde gedeelte van het eerste kunnen worden bevredigd, dan kan eene hoogere verbinding tot stand komen.

Bij groot verschil in de affiniteit van een radicaal ten opzigte van twee andere, wier atomiciteit gelijk staat, mag men de mogelijkheid veronderstellen, dat het eerstgenoemde een grooter aantal atomen van een der beide laatste opneemt dan het van het andere doet.

Zoo neemt bijv. een atoom I slechts een atoom Ag op, maar 3 atomen Cl; 1 atoom Br slechts 1 atoom Na maar 5 atomen Cl; en terwijl 1 atoom I niet meer dan 3 atomen Cl opneemt, verbindt 1 atoom Br zich met 5 van datzelfde element.

De stilzwijgend aangenomene stelling is daarom niet juist, dat de atomiciteit van een radicaal dezelfde zou zijn ten opzigte van verschillende radicalen van gelijke atomiciteit.

Het is opmerkenswaardig, dat een atoom van een radicaal een des te grooter aantal atomen van een ander kan opnemen, naarmate er grooter overeenkomst in hunne eigenschappen bestaat; men zou ook kunnen zeggen: naarmate zij in de electrische spanningsreeks nader bij elkander staan. Als voorbeelden mogen dienen:

$Br\,Cl_5$	in	tegenstelling	van	KBr
$I\,Cl_3$	〃	〃	〃	$Na\,I$
$Au\,Cl_3$	〃	〃	〃	$Ag\,Cl$
$Cl_2\Theta$, $Cl_2\Theta_3$, $Cl_2\Theta_5$, $Cl_2\Theta_7$	〃	〃	〃	$K_2\Theta$, $K_2\Theta_2$
$N_2\Theta_5$	〃	〃	〃	$B_2\Theta_3$
$K_2\not{S}_5$	〃	〃	〃	$K_2\Theta_3$

Het geval, waarin het atoom van een radicaal twee of meer atomen heeft opgenomen, alle monatomisch maar

van verschillenden aard, levert, wat de affiniteit betreft, een vrij ingewikkeld problema op, omdat men zonder bewijs niet mag aannemen, dat die monatomische radicalen hunne affiniteit slechts jegens het eerste radciaal zouden uiten,; het is zelfs waarschijnlijk, dat de onderlinge affiniteit dier monatomische radicalen insgelijks in het spel is.

§ 2 VERZADIGDE EN ONVERZADIGDE VERBINDINGEN.

Met den naam van onverzadigde verbindingen bestempelt men gewoonlijk dezulke, die in staat zijn om nog op nieuw atomen van een monatomisch radicaal op te nemen (*). Daarbij bemerkt men dan tevens, dat het aantal dier op nieuw opgenomen atomen altijd een even getal is, eene waarneming, waarop ik later terugkom. Zoo noemt men C_2H_2 en C_2H_4 onverzadigde koolwaterstoffen, omdat men ze kan doen overgaan in C_2H_6, terwijl deze laatste verzadigd wordt genoemd, omdat men er noch waterstof noch eenig ander monatomisch radicaal bij kan doen opnemen. Met polyatomische radicalen is het anders gelegen; deze kunnen door zulke verzadigd genoemde verbindingen wel worden opgenomen. $C_2\ H_6$ kan worden tot $C_2\ H_6\ O$ of $C_2\ H_6\ S$ of $C_2\ H_7\ N$. De verklaring hiervan is hoogst eenvoudig en een uitvloeisel van het tegenwoordig geldende beginsel der atomiciteit. Men neemt aan dat het polyatomisch radicaal door eene zijner atomiciteiten een monatomisch atoom der verzadigde

*) Het spreekt van zelf dat die laatste naar mate van hun aantal door een aequivalent-atoom eener polyatomische stof kunnen worden vervangen.

verbinding vervangt, en dat dit verplaatste atoom zich met het toegetreden polyatomisch atoom, dat nog eene atomiciteit beschikbaar heeft, vereenigt.

De uitdrukkingen verzadigd en onverzadigd komen mij voor niet gelukkig gekozen te zijn en aanleiding te kunnen geven tot misverstand. Immers valt op te merken, dat in elke geïsoleerd bestaande stof de affiniteiten der beide bestanddeelen in zekeren zin elkaar steeds verzadigen. Deden zij het niet, dan zou de stof onbestaanbaar zijn. In de molecule AuCl is de affiniteit van Au, zooals Au daar aanwezig is, even goed verzadigd te noemen als zij het is in de verbinding $AuCl_3$, want onder bepaalde omstandigheden is de molecule AuCl even bestendig ja zelfs bestendiger dan de molecule $AuCl_3$. Terwijl de affiniteiten, als krachten gedacht en aangenomen, in eene bestaande stof met elkaar evenwigt maken, kan die evenwigtstoestand een onbestendige of onverschillige zijn, dat is: kan door bijkomende affiniteiten (krachten) worden verbroken of in een bestendiger toestand overgaan.

Het spreekt van zelf, dat men, wanneer de zin waarin een woord genomen wordt, slechts behoorlijk bepaald en omschreven wordt, geregtigd is, om er eene beteekenis aan te geven, die er niet mede in strijd is. En het staat dus ook hier vrij, om het woord verzadigd toe te passen op zulke stoffen, die het maximum van atomen eener monatomische stof bevatten. Men zou het echter ook kunnen opvatten in den zin van stoffen, die geene verdere verbinding met andere monatomische radicalen kunnen aangaan. Die tweede beteekenis is eene geheel andere.

Ik heb er nu niets tegen, dat men bijv. HCl, KI, $AuCl_3$, H_2S, H_2O, Hg O, H_3N . . . enz. verzadigde verbindingen noeme, mits men het begrip van verzadigd zijn

beperke tot de in die verbindingen aanwezige radicalen, want daar die stoffen zich nog met andere stoffen, zonder eliminatie van een tweede product, kunnen verbinden, kan het begrip van verzadigd zijn niet in een algemeenen zin op die verbindingen worden toegepast.

Dat begrip van verzadigd is eigentlijk niet absoluut maar relatief. Aan de affiniteit van het eene bestanddeel voor het andere in eene verbinding kan volkomen zijn voldaan, terwijl het eerste nog affiniteit kan bezitten voor een ander radicaal, ten gevolge waarvan eene hoogere verbinding kan ontstaan. De eerst ontstane verbinding is dus ja verzadigd met het oog op het tweede bestanddeel, dat is relatief, maar niet verzadigd ten aanzien der totale affiniteit die het bezit, dat is dus niet absoluut. In een absoluten zin kan het woord verzadigd slechts voor die stoffen gebezigd worden, die hoegenaamd geene verdere verbindingen (althans met monatomische radicalen of met uit monatomische radicalen gevormde verbindingen) kunnen aangaan.

Zooals de woorden onverzadigd en verzadigd tegenwoordig gebruikt worden, is er iets dubbelzinnigs in gelegen. Meestal neemt men het woord verzadigd op in den zin van verbindingen in welke het eene bestanddeel of radicaal het maximum atomen van een monatomisch radicaal heeft opgenomen (KEKULÉ, WÜRTZ, NAQUET, L. MEYER.) Wat men onverzadigd noemt, vloeit daaruit van zelf voort. Verbindingen zooals: KCl., NaI, $FeCl._2$, HgI_2, $AuCl_3$, H_3N, $AsCl_3$, $ЄCl_4$, $ЄH_4$ $PtCl_4$, $SnCl_4$, enz. zijn dan verzadigde.

Als men nu aan een anderen kant vindt, dat de meeste dezer verbindingen zich nog met andere kunnen vereenigen, iets wat immers niet gedacht kan worden dan als gevolg eener haar nog aanklevende affiniteit, dan

is het weêr geoorloofd, ze als niet verzadigde te beschouwen.

Men moet wel tot het besluit komen, 1°. dat elk enkelvoudig radicaal ten aanzien van een of meer monatomische radicalen een maximum van atomiciteit bezit, doch tevens dat daarmede zijne affiniteit niet altijd geheel bevredigd is, 2°. dat van de oorspronkelijke affiniteiten in eene gegevene verbinding nog een gedeelte overig kan zijn, niet voldoende om nog twee atomiciteiten te binden, maar wel groot genoeg om als aequivalent te gelden van eene hoeveelheid affiniteit, die op soortgelijke wijze in eene andere verbinding over is gebleven.

Nemen wij zulks aan en bestempelen wij die nog overgebleven affiniteit (die voor de opname van twee atomiciteiten te gering is) met den naam van complement, dan, zeggen wij, kunnen zoogenaamde verzadigde verbindingen zich nog onderling verbinden, wanneer hare complementen ten opzigte van elkaar eene zekere waarde bezitten.

Welke die waarden nu zijn, zal natuurlijk afhangen van de affiniteiten der oorspronkelijke bestanddeelen ten opzigte van elkaar in elke der verbindingen, die nu te zamen een geheel gaan vormen. Voor het oogenblik weet men daaromtrent zoo goed als niets.

Vatten wij het besprokene kortelijk te zamen, dan bemerken wij, dat het begrip van verzadigde verbinding in drieërlei beteekenis kan worden opgevat, namelijk:

1°. Verzadigd in zoo verre in elke bestaande stof de affiniteiten der bestanddeelen elkaar opwegen en een evenwigtstoestand voortbrengen, die naar gelang der omstandigheden of invloeden van buiten, of bestendig of onbestendig kan zijn.

2°. Verzadigd, in zooverre een radicaal zich in verbinding bevindt met het maximum van monatomische atomen, hetzij deze óf alle van denzelfden aard zijn, óf wel uit verschillende radicalen bestaan.

3°. Verzadigd, in zoo verre de stof onvatbaar is om zich nogmaals hetzij met radicalen of met andere in den zin der tweede beteekenis verzadigde stoffen te verbinden.

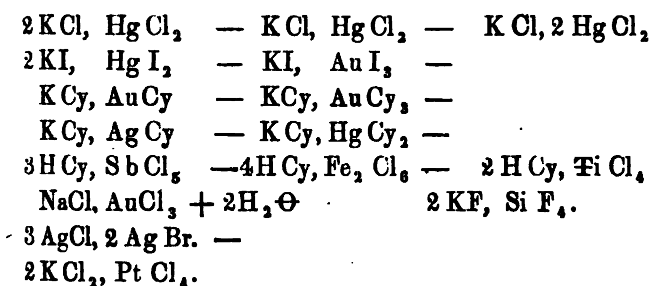
Indien men aanneemt, dat volgens de tweede dezer opvattingen zulke stoffen als bijv. $Au\,Cl$; SCl_2; $Pt\,Cl_2$; $P\,Cl_3$; $Sn\,Cl_2$; enz. niet verzadigd genoemd moeten worden, omdat zij elk onder opname van een molecule (twee atomen) chloor hoogere verbindingen geven, dan moet men evenzeer de daaruit ontstane stoffen: $Au\,Cl_3$; $S\,Cl_4$; $PtCl_4$; $P\,Cl_5$; $Sn\,Cl_4$ enz. als niet verzadigd beschouwen, want ook deze kunnen een of meer moleculen van eene uit monatomische atomen bestaande stof opnemen om te worden tot de hoogere verbindingen bijv.: $Na\,Cl, Au\,Cl_3$; $2\,K\,Cl, Pt\,Cl_4$; $2\,K\,Cl, Sn\,Cl_4$ enz., of zij kunnen zich althans verbinden met moleculen, die, volgens de tweede der bovenstaande opvattingen, even als zij zelve, verzadigd zouden heeten: bijv. $Sn\,Cl_4, 2\,S\,Cl_4$; $Sb\,Cl_3, P\,Cl_5$.

Het aangehaalde moge voldoende zijn om te doen zien, dat de uitdrukking verzadigde verbinding, zooals ik boven aanmerkte, niet gelukkig gekozen is. Men kan er lang over twisten zonder het eens te worden. Zou het niet het doelmatigst zijn, het woord uitsluitend te blijven toepassen op die verbindingen, in welke een radicaal met het maximum atomen van een gegeven monatomisch radicaal voorkomt? De mogelijkheid bestaat dan, dat het eerste radicaal ten opzigte van twee verschillende monatomische een verschil in verzadiging vertoont, dat het bijv. eene

verzadigde verbinding geeft met 3 atomen van het eene en met 5 atomen van het andere ($SbCl_5$ en SbI_5?).

Daar het verzadigd zijn niet alleen van de atomiciteit maar ook van de affiniteit der radicalen afhankelijk is, kan de beteekenis uit den aard der zaak slechts relatief en niet absoluut zijn. Hoe men evenwel, indien de laatst vermelde beteekenis geldend is, de verbindingen zou moeten noemen, die een grooter getal van verschillende monatomische atomen bevatten, valt moeijelijk te zeggen.

Het aantal van zulke hoogere verbindingen, van welker bestaan de theorie der atomiciteit alleen geene rekenschap kan geven, is zeer groot. Ik laat eenige voorbeelden volgen:



$2KCl, HgCl_2$ — $KCl, HgCl_2$ — $KCl, 2HgCl_2$
$2KI, HgI_2$ — KI, AuI_3 —
$KCy, AuCy$ — $KCy, AuCy_3$ —
$KCy, AgCy$ — $KCy, HgCy_2$ —
$3HCy, SbCl_5$ — $4HCy, Fe_2Cl_6$ — $2HCy, TiCl_4$
$NaCl, AuCl_3 + 2H_2O$ $2KF, SiF_4$.
$3AgCl, 2AgBr$. —
$2KCl_2, PtCl_4$.

Men heeft hier te doen met echte scheikundige verbindingen, en moet dus wel aannemen, dat er affiniteit tusschen de bestanddeelen bestaat, en dat er hier geene sprake kan zijn van eenige andere physische werking als oorzaak van de verbinding.

Nu zijn er slechts twee verklaringen mogelijk, namelijk 1°. dat een der radicalen in zulke verbindingen eene hoogere atomiciteit bezit dan gewoonlijk; zoodat bijv. het kwik in $2KCl, HgCl_2$ hexatomisch zou zijn, het goud pentatomisch in $KCy, AuCy_3$, het platina octatomisch in $2KCl, PtCl_4$, het zilver triatomisch in $KCy, AgCy$.

Maar hoe dan te verklaren zulke verbindingen als 3 Ag Cl, 2 Ag Br?

Of 2°. dat die verbindingen daardoor mogelijk zijn, dat zij uit twee bestanddeelen bestaan, die elk niet geheel van affiniteit ontbloot zijn, al is het dat ze tot de (volgens de tweede opvatting) verzadigde verbindingen behooren; dat de affiniteit tusschen die bestanddeelen eene zoodanige is, dat zij niet in den maatstaf der atomiciteit kan worden uitgedrukt, maar dat zij zich toch volgens bepaalde verhoudingen uit.

Zoo kan men bijv. aannemen, dat in $PtCl_4$ de geheele affiniteit van Pt niet door Cl_4 is voldaan, doch dat het complement te gering is om nog Cl_2 of zelfs twee andere monatomische radicalen op te nemen, — dat eveneens in KCl de affiniteit van het eene radicaal niet door het andere bevredigd is en er insgelijks eene complementaire affiniteit aanwezig is, — en eindelijk dat het complement van $PtCl_4$ in staat is om tegen tweemaal het complement van KCl op te wegen, zoodat 2 KCl, $PtCl_4$ ontstaat.

Deze beschouwingswijze komt mij natuurlijker en eenvoudiger voor, dan de hypothese eener tweede soort van affiniteit, die sommigen aannemen, en waarmede men de moeijelijkheid tracht te ontduiken, die ten aanzien van de hoogere verbindingen uit de wet van AVOGRADO (AMPÈRE) ontstaat.

Het is juist omdat men niet behoorlijk heeft onderscheiden tusschen grootte der affiniteit en waarde der atomiciteit, dat men ten onregte deze wet hierbij in het spel heeft gebragt. Immers zij heeft alleen op de atomiciteit betrekking, niet op de affiniteit. Als zij vaststelt, dat gelijke volumina van gasvormige stoffen een gelijk aantal moleculen bevatten, dan leert zij het moleculair gewigt kennen en dien ten gevolge het aantal atomen van

de radicalen, die te zamen de molecule vormen. Men heeft geen het minste regt uit die wet af te leiden, dat óf de affiniteit der radicalen onderling geheel verzadigd is, óf dat de molecule van affiniteit ontbloot zou zijn. Zij leert niets meer noch minder dan dat in de molecule, dat is in de kleinste hoeveelheid eener geïsoleerd bestaanbare gasvormige stof, een zeker getal atomen der radicalen bevat is.

LOTHAR MEIJER zegt *): „Es giebt eine sehr grosse Zahl von Fällen, in welchen eine Verbindung zwischen solchen Molekülen stattfindet, welche wir nach den aus AVOGRADO's Hypothese gezogenen Folgerungen für in sich geschlossene, ohne disponibele Affinitäten halten müssen."

In die woorden ligt tegenspraak, en zulks is alleen daaraan toe te schrijven, dat hij geen onderscheid maakt tusschen de geheele affiniteit die een radicaal bezit en dat gedeelte wat een maximum van atomen van andere radicalen opneemt.

Die schrijver ziet daarom in de vereeniging van zoogenoemde verzadigde moleculen tot hoogere verbindingen niet de werking der affiniteit (scheikundige verbindingskracht), maar het gevolg eener andere met de cohaesie overeenkomstige kracht. †)

Zoo neemt WÜRTZ §), behalve de affiniteit, die volgens hem de oorzaak is van de vorming der moleculen, nog eene andere aantrekkingskracht (attraction) aan, die van de eerste verschilt en de onderlinge vereeniging der molecu-

---

*) *Die modernen Theorien der Chemie.* S. 115.

†) Ibid. S. 116.

§) *Repert. d. Ch.* 1864, II, 249. *Sur quelques points de philosophie chemique.* p. 79. 80.

len teweegbrengt. Hij meent zelfs dat bij sommige scheikundige werkingen eene van de beide andere verschillende kracht (dus eene derde kracht) moet worden aangenomen. Intusschen spreekt hij *) zeer te regt van „cette attraction qui n'est peut-être qu'un degré de l'affinité."

Degenen die zulk een verschil aannemen in den aard van de kracht die de atomen, en van de kracht die de moleculen verbindt, hebben echter, voor zoo verre mij bekend, nooit het werkelijke onderscheid daartusschen vastgesteld, of feiten aangehaald, waaruit zulks zou blijken. Ze hebben wel is waar aangetoond, dat in verreweg de meeste gevallen de verbindingskracht, die de moleculen vereenigt, geringer is, dan die de atomen zamenhoudt, maar daaruit volgt volstrekt niet, dat de kracht zelve eene andere moet zijn, terwijl er buitendien ook voorbeelden bestaan van moleculaire verbindingen, die onder zekere omstandigheden, bijv. verhoogde temperatuur, bestendiger zijn dan de moleculen der afzonderlijke bestanddeelen, zoo als bijv. H_3N, HCy.

Ook indien men, voor zoo verre dit thans reeds doenlijk is, de scheikundige werkingen in verband beschouwt met het beginsel van behoud van arbeidsvermogen, dan moet men, dunkt mij, tot het besluit komen, dat de kracht die maakt dat moleculen zich vereenigen van denzelfden aard is als de kracht, die atomen tot moleculen opbouwt.

Gesteld, het zij bewezen, dat affiniteit eigenlijk niets anders is als een potentieel arbeidsvermogen, in de stoffen aanwezig, hetwelk na hare onderlinge toenadering tot op den onmeetbaren afstand, dien men contact noemt, in een actueel arbeidsvermogen overgaat, welk laatste, de schei-

*) *Sur quelques points ect.* p. 80.

kundige verbinding tot stand brengende, als zoodanig verdwijnt en andere krachtsuitingen, zooals warmte en electriciteit, voortbrengt: — dan is daarmede nog geenszins bewezen, dat de ontstane verbinding geen scheikundig arbeidsvermogen meer zou bezitten. De gevormde molecule kan wel degelijk van zulk vermogen voorzien zijn, potentieel zoolang ze onder bepaalde omstandigheden blijft, maar evenzeer actueel wordende als deze laatste daartoe gunstig zijn. Het arbeidsvermogen in verbindingen aanwezig, kan zelfs grooter zijn dan dat, hetwelk in de bestanddeelen der verbinding oorspronkelijk bestond. De warmte bij sommige scheikundige ontledingen ontwikkeld strekt daarvan ten bewijze *). Zij wordt voortgebragt ten koste van het arbeidsvermogen, dat in de verbinding wel, maar in de ontledingsproducten niet meer aanwezig is. Van daar dat dergelijke verbindingen ook niet door onmiddellijke vereeniging der bestanddeelen ontstaan, maar de tusschenkomst vorderen van arbeidsvermogen van buiten; dit laatste moge dan door warmte, of door licht, of door electriciteit, of door mechanische werking geleverd worden.

De producten zijn in het algemeen stoffen, die weinig bestendig, gemakkelijk ontleedbaar zijn. Er ligt iets zeer natuurlijks in de veronderstelling, dat zulke onbestendige stoffen, door in verbinding te treden met andere, of anders gezegd, door haar arbeidsvermogen ten opzigte van andere stoffen in eene andere krachtsuiting (bijv. warmte of electriciteit) om te zetten, nieuwe verbindingen voortbrengen, die bestendiger zijn, dat is, wier arbeidsvermogen geringer is.

De zoo gemakkelijk exploderende chloorstikstof, die bij

---

*) Zie SCHRÖDER VAN DER KOLK, POGG. *Ann.* Bd. 122. S. 439.

haar ontleding veel warmte of mechanische beweging voortbrengt, ontstaat door eenen galvanischen stroom. Het mierenzuur levert bij verbranding meer warmte dan het kooloxyde, waaruit het door toetreding van water ontstaan is; om dat aaneenvoegen van kooloxyde en water te bewerken, is óf warmte óf mechanische kracht noodig.

Uit ethyleen en zwavelzuur wordt door mechanische beweging etherzwavelzuur gevormd; dit laatste zal dus waarschijnlijk bij zijne ontleding warmte opleveren. Niet onwaarschijnlijk, ofschoon gewaagd, is de stelling, dat in alle zoo gemakkelijk ontleedbare organische stoffen het totale arbeidsvermogen grooter is dan de som der arbeidsvermogens harer elementen.

Wanneer men alzoo de scheikundige verbindingen en ontledingen in verband beschouwt met het beginsel van behoud van arbeidsvermogen, dan is het niet slechts mogelijk dat eene zamengestelde stof, na tot stand te zijn gekomen met ontwikkeling van warmte of andere verschijnselen, nog arbeidsvermogen bezit om met eene andere stof, alweder onder ontwikkeling van warmte, eene nieuwe verbinding aan te gaan, — het is ook denkbaar, dat het arbeidsvermogen der eerstgevormde verbinding, tot wier vorming vreemd arbeidsvermogen is verbruikt, grooter is dan dat harer bestanddeelen, of anders gezegd, dat hetgeen ik boven als complementaire affiniteit heb aangeduid, de som der affiniteiten van de bestanddeelen overtreft. In dat geval zal die verbinding zich gemakkelijk onder voortbrenging van warmte ontleden, en bestaat de waarschijnlijkheid, dat zij, als ze zich met eene andere molecule onder ontwikkeling van warmte verbindt, eene hoogere meer bestendige verbinding zal leveren. Zoo vinden wij sommige waterhoudende zuren bestendig, terwijl de anhydriden het veel minder zijn.

§ 3. AFFINITEIT ALS ARBEIDSVERMOGEN.

In den lateren tijd is men er vrij algemeen toe gekomen om zich de geïsoleerde elementen als moléculen voor te stellen, die in den regel uit twee of meer atomen bestaan, welker vereeniging evenzeer op de affiniteit dier atomen onderling berust als de vereeniging van twee heterogene atomen.

Van dit beginsel uitgaande moet men als noodzakelijk gevolg aannemen, dat er bij de vorming van eene molecule van een element scheikundige arbeid verbruikt wordt en omgekeerd dat er bij de ontleding van zulk eene molecule door vreemd arbeidsvermogen weêr scheikundige arbeid in elk der atomen vrij wordt.

De verbruikt wordende scheikundige arbeid zet zich in anderen arbeid om, even als de bij de scheiding der atomen vrij wordende arbeid door het verdwijnen van anderen arbeid ontstaat.

Welke nu die andere arbeid is, die óf als product bij de vereeniging der atomen óf als oorzaak bij hunne scheiding optreedt, doet voor het oogenblik minder ter zake. Waarschijnlijk is hij niet altijd van denzelfden aard en kan dan eens deze, dan eens gene zijn, of wel meerderlei tegelijk. Ten onregte, of althans zonder bewijs, heeft men wel aangenomen, dat scheikundige arbeid, die verdwijnt, steeds warmte zou opleveren.

Waar scheikundige werkingen tusschen verschillende stoffen plaats grijpen, dat is: waar moleculen op heterogene moleculen werkende, nieuwe verbindingen tot stand brengen, of waar moleculen, uit heterogene atomen bestaande, zich ontleden en moleculen voortbrengen, welker atomen homogeen zijn, behoort men (uit het bovenstaande redenerende) niet enkel acht te geven op den scheikun-

digen arbeid tusschen heterogene atomen, maar wel degelijk ook op den scheikundigen arbeid tusschen homogene atomen. Gesteld, men brenge twee, elk uit homogene atomen bestaande moleculen onder de noodige voorwaarden te zamen, dan zullen zich drie gevallen kunnen voordoen:

1°. de scheikundige arbeid door de vereeniging der heterogene atomen van de beide moleculen verdwijnende, zal grooter zijn dan de scheikundige arbeid, die door de scheiding van de homogene atomen van elke molecule vrij wordt.
2°. of omgekeerd deze laatste zal de eerste overtreffen,
3°. of de som van den scheikundigen arbeid, die door de ontleding der zamengebragte moleculen vrij zou worden, zal gelijk zijn aan die van den scheikundigen arbeid, welke zou verdwijnen als er andere moleculen ontstonden.

In het eerste geval zal er scheikundige werking, in de gewone beteekenis van het woord, ontstaan; de verdwijnende scheikundige arbeid brengt anderen arbeid voort waaronder gewoonlijk of steeds warmte.

In het tweede geval zal er geen scheikundige werking plaats hebben. Om alsdan de vereeniging der heterogene atomen te bewerken, zal er zooveel arbeid van buiten moeten aangebragt worden, dat deze, gevoegd bij dien, welken de heterogene atomen bezitten, een bedrag oplevert grooter dan de arbeid, vereischt om de homogene atomen te scheiden.

Het derde geval zal zich misschien alleen theoretisch voordoen, omdat het niet waarschijnlijk is, dat die sommen van arbeid ooit volmaakt dezelfde zullen zijn. Dan echter bevinden zich de moleculen in zulk eene verhouding tegen

over elkander, dat bij de geringste hoeveelheid arbeid van buiten ontleend, haar atomen zich wederkeerig zullen uitwisselen, indien namelijk daardoor de som van den arbeid der heterogene boven die van de homogene stijgt.

In het tweede geval verkeeren vele stoffen ten opzigte van elkander op de gewone temperatuur, terwijl zij zich bij verhoogde temperatuur in het eerste geval bevinden.

De onderzoekingen van den laatsten tijd hebben het verder waarschijnlijk gemaakt, dat bij genoegzaam hooge temperatuur de uit heterogene atomen bestaande moleculen veranderen in andere moleculen, die elke slechts homogene atomen bevatten, met andere woorden: de sterkste verbindingen worden door groote hitte ontleed.

Mag men uit een en ander niet als gevolg afleiden, dat scheikundige werking niet slechts afhankelijk is van de temperatuur en dat zij in het algemeen bij verhooging daarvan steeds in waarde toeneemt, maar ook dat die toenemende waarde eerst treft de heterogene atomen, terwijl zij bij verdere stijging voor deze minder klimt of vermindert, en voor homogene atomen grooter wordt?

In al de besproken gevallen van scheikundige werking vinden wij dat de zaamgebragte moleculen ontleed worden en er andere moleculen door verbinding der atomen ontstaan. Dan heeft er, zooals men het sedert lang uitdrukt, dubbele ontleding plaats. Reeds GERHARDT heeft die uitdrukking in deze beteekenis genomen. Men kan zich echter ook voorstellen, dat er scheikundige werkingen plaats grijpen tusschen moleculen zonder dat de primitive moleculen daarbij in hare atomen ontleed worden, zooals bijv. wanneer ethyleen en chloor zich verbinden. Het is daarbij niet volstrekt noodzakelijk zich voor te stellen, dat de molecule chloor zich zou splitsen, ten einde zijne beide atomen aan de molecule ethyleen af te geven.

In dat geval heeft men dus met scheikundigen arbeid tusschen moleculen en niet tusschen atomen te doen. De werking is dan eene veel eenvoudiger dan bij de dubbele ontleding, bij welke niet de moleculen als zoodanig maar hare atomen in functie treden.

Daar er in deze omstandigheden geen arbeid verrigt behoeft te worden om moleculen in atomen te splitsen, zoo hangt het direct tot stand komen dier verbindingen, enkel en alleen daarvan af, of de beide moleculen meer arbeidsvermogen bezitten dan de zamengestelde molecule, welke uit hunne onderlinge verbinding ontstaat. Men begrijpt, dat bij afwezigheid van eene scheikundige tegenwerking zulke verbindingen soms vrij gemakkelijk tot stand komen.

De ondervinding leert ons, dat die moleculaire verbindingen (al weder in den regel en niet zonder uitzonderingen) op gewone temperatuur tot stand komen, en dat zij daarentegen bij verhoogde warmte spoedig ontleed worden. Die warmte (arbeid van buiten aangebragt) rukt weder gemakkelijk die moleculen van elkaar. Vele verschijnselen van dissociatie behooren gewis tot deze moleculaire verbindingen en ontledingen.

Als algemeene uitkomst der waarnemingen mag men, naar ik meen, aannemen, dat moleculaire verbindingen het spoedigst bij verhooging van temperatuur uiteen zullen vallen, dat verbindingen tusschen heterogene atomen veel hoogere temperatuur kunnen verdragen en dat eindelijk bij zeer hooge hitte alleen de verbindingen tusschen homogene atomen bestendig zijn.

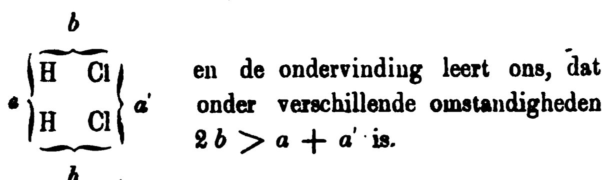
De volgende voorbeelden tot toelichting van hetgeen voorafgaat.

I. Zij *a* de arbeid noodig om de beide atomen waterstof in een molecule van dat element van elkaar los te maken.

$a' =$ de arbeid vereischt om hetzelfde voor het chloor te bewerkstelligen.

en $b =$ de arbeid, door de vereeniging van een atoom chloor met een atoom waterstof verrigt.

Dan hebben wij deze voorstelling:



en de ondervinding leert ons, dat onder verschillende omstandigheden $2b > a + a'$ is.

Nu kan de waarneming ons leeren, hoeveel de waarde $2b$ grooter is dan $a + a'$; immers men kan bepalen hoeveel arbeidsvermogen *in het geheel* wordt voortgebragt ten koste van het scheikundig arbeidsvermogen $2b - (a + a')$ dat verdwijnt. Maar omtrent de afzonderlijke waarde van b, a en a' leeren wij uit de proeven niets.

II. Stellen wij verder:

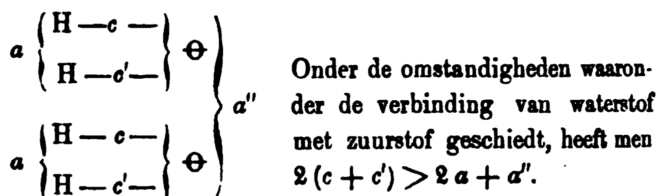
$a'' =$ den arbeid noodig om twee atomen zuurstof in een molecule van elkaar los te maken,

en $c =$ den arbeid door de vereeniging van één atoom waterstof met een atoom zuurstof ontstaande,

$c' =$ den overeenkomenden arbeid, voortgebragt wanneer het tweede atoom waterstof toetredende de molecule water tot stand brengt.

Misschien zijn c en c' gelijk in waarde, maar theoretisch is zulks niet met zekerheid vooruit te zien, terwijl proefondervindelijk niets daarvan bekend is. Men moet dus de mogelijkheid van verschil veronderstellen.

Men krijgt dan voor water:

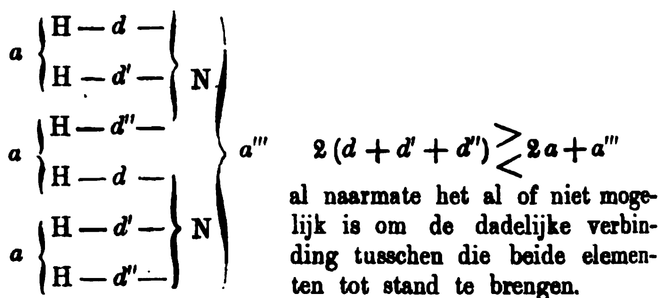


Onder de omstandigheden waaronder de verbinding van waterstof met zuurstof geschiedt, heeft men $2(c + c') > 2a + a''$.

III. Noemt men

a''' gelijk den arbeid noodig om twee atomen stikstof van elkaar te scheiden, en

d, d' en d'' den arbeid, door de vereeniging van achtervolgens drie atomen waterstof met een atoom stikstof vrij wordende, dan heeft men



$$2(d + d' + d'') \gtrless 2a + a'''$$

al naarmate het al of niet mogelijk is om de dadelijke verbinding tusschen die beide elementen tot stand te brengen.

Ware het chloor in plaats van waterstof, dan zou het tweede lid in den regel grooter zijn dan het eerste.

IV. Voor koolstof stellende

a^{IV} = den arbeid noodig tot de ontleding van een molecule koolstof in hare beide atomen, en

e, e', e'' en e''' = den arbeid door de vereeniging van achtervolgens vier atomen waterstof met een atoom koolstof op te leveren, dan volgt:

$$\left.\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l} a\left\{\begin{array}{l}H-e\ -\\ H-e'\ -\end{array}\right. \\ a\left\{\begin{array}{l}H-e''-\\ H-e'''-\end{array}\right.\end{array}\right\}\Theta \\ \left.\begin{array}{l} a\left\{\begin{array}{l}H-e\ -\\ H-e'\ -\end{array}\right. \\ a\left\{\begin{array}{l}H-e''-\\ H-e'''-\end{array}\right.\end{array}\right\}\Theta\end{array}\right\} a^{IV} \qquad 2(e+e'+e''+e''') \gtrless 4a+a^{IV}.$$

Wij hebben hier, even als boven bij de zuurstof en stikstof, de mogelijkheid aangenomen van een verschil in affiniteit tusschen de vier atomen waterstof ten opzigte van het andere element.

Toetsen wij de voorgedragene zienswijze omtrent de affiniteit aan de feiten die omtrent het tot stand komen of het splitsen der vier als voorbeelden besproken stoffen, chloorwaterstof, water, ammoniak en moerasgas, bekend zijn.

Zoolang waterstof en chloor bij lage temperatuur en buiten invloed van licht met elkander in aanraking zijn, blijven ze gemengd en scheikundige werking blijft uit. Door toevoer van arbeid van buiten onder den vorm van warmte of licht ontstaat verbinding. Men kan dit wel niet anders duiden, dan door aan te nemen dat het arbeidsvermogen tusschen heterogene atomen ten koste van den aan de gezamenlijke moleculen medegedeelden arbeid, sterker toegenomen is dan dat tusschen de homogene atomen. De waarneming leert ons verder, dat niet al de moleculen van het mengsel dien vreemden arbeid behoeven op te nemen, maar dat een klein gedeelte van het mengsel dien ontvangen hebbende, het geheel de scheikundige werking on-

der ontploffing ondergaat. Hieruit blijkt, dat door de vereeniging der heterogene atomen meer arbeid is voortgebragt dan tot de ontleding der homogene moleculen is verbruikt, en wel vooreerst zooveel als noodig is om de overige moleculen dezelfde scheikundige werking te doen ondergaan, maar buitendien nog meer, aangezien als uitkomst nog belangrijk veel arbeid in een anderen vorm, bijv. warmte optreedt.

Dezelfde redenering is toepasselijk op de vorming van water uit waterstof en zuurstof. Verschil wordt er waargenomen in zoo verre deze bijv. geene werking op elkaar uitoefenen onder den enkelen invloed van licht; er is dus andere arbeid dan licht toe noodig om de verschijnselen voort te brengen. In hoofdzaak staan de gevallen gelijk; dat is: bij klimmende temperatuur grootere verhooging van arbeidsvermogen tusschen de heterogene dan tusschen de homogene atomen.

Bij zeer hooge temperatuur leert de ondervinding ons dat het water weder ontleed kan worden. Dan stijgt dus het arbeidsvermogen tusschen de homogene atomen meer dan dat tusschen de heterogene.

Dit laatste heeft bij ammoniak vrij gemakkelijk plaats, terwijl wij geene omstandigheden kennen onder welke de stikstof en waterstof zich onmiddellijk verbinden. Wanneer deze beide elementen zich verbinden, dan geschiedt zulks dus niet ten koste van den arbeid, door warmte of licht geleverd, maar door dien, welke door andere scheikundige werkingen wordt voortgebragt,

Bij het moerasgas moet de oorzaak van zijn ontstaan insgelijks in van buiten aangebragten scheikundigen arbeid gezocht worden. Arbeid door warmte geleverd verhoogt dien der homogene atomen meer dan dien der heterogene, zoodat moerasgas bij betrekkelijk niet zeer hooge temperatuur reeds ontleding ondergaat.

Indien het waar is, dat de allotropie der elementen daarop berust, dat er in een molecule een grooter of kleiner getal atomen met elkaar vereenigd is (eene onderstelling waartoe de soortelijke warmte dier allotropische toestanden wel aanleiding geeft), dan moet er in die verschillende toestanden ook een betrekkelijk grooter of kleiner scheikundig arbeidsvermogen huisvesten, — grooter wanneer het aantal der de molecule vormende atomen geringer, kleiner daarentegen wanneer het grooter is; want voor de aaneenvoeging der atomen tot een molecule is een gedeelte van hun arbeidsvermogen noodig geweest.

§ 4. VERSPRINGING DER ATOMICITEIT.

In mijne verhandeling over de rangschikking en onderlinge betrekking der organische radicalen heb ik opmerkzaam gemaakt op de wet der verspringing van de hydriciteit (atomiciteit) dier radicalen. Diezelfde wet vindt men ook bij andere radicalen, hetzij enkelvoudige hetzij zamengestelde, bewaarheid. Steeds neemt men waar, dat zoo een radicaal zich in meer verhoudingen met een ander verbindt, de verhooging of verlaging van atomiciteit met twee of een veelvoud van twee geschiedt.

Op een paar uitzonderingen na, die misschien slechts uitzonderingen schijnen, omdat ze niet behoorlijk zijn verklaard, leert de ervaring dat het aantal atomiciteiten in elke molecule altijd even is. Stikstofoxyde, als zijn molecule geschreven wordt NΘ, is zulk eene uitzondering, wanneer men, steunende op een aantal andere feiten, aanneemt, dat de stikstof óf drie-atomisch óf vijf-atomisch is. Eveneens de molecule van stikstofperoxyde (onder salpeterzuur) NΘ_2 en die van chloorperoxyde ClΘ_2.

Deze weinige daargelaten, gaat de regel door. Als niet geïsoleerd radicaal, dat is als groep die uit de eene ver-

binding in de andere kan worden overgebragt, doch die als molecule, als stof op zich zelve, niet bestaat, kan men hebben groepen van een oneven aantal atomiciteiten; als geïsoleerde stof, als molecule bestaan ze niet, tenzij de atomiciteit een even getal bedraagt.

Hieruit volgt, dat zoo een en hetzelfde radicaal in verschillende verbindingen verschillende atomiciteit vertoont, die verspringing van atomiciteit noodzakelijk met een even getal plaats heeft. Uitzonderingen, die men vroeger meende waar te nemen, zijn vervallen door eene meer volledige kennis er van. Zoo bijv. nam men als moleculair-formulen der verbindingen van ijzer en chloor aan: $Fe Cl_2$ en $Fe Cl_3$. Dan zou dus de atomiciteit van het ijzer in de eerste gelijk twee en in de tweede gelijk drie zijn, hetgeen tegen de wet van de atomiciteits-verspringing indruischt. Maar sedert men weet dat de moleculair-formule der laatste stof niet $Fe Cl_3$ maar $Fe_2 Cl_6$ is, vervalt die strijd en de aangehaalde verbindingen bevestigen de empirische wet.

Uit het feit, dat de atomiciteit der radicalen telkens met twee verspringt, blijkt, dat een reeds gevormde molecule zich nooit *enkele* monatomische atomen kan toeëigenen om daarmede een nieuwe molecule te vormen; wat opgenomen wordt, is óf een molecule van radicalen van oneven atomiciteit, óf een atoom hetwelk even atomiciteit bezit en in vele gevallen als molecule kan optreden.

Een radicaal (onverschillig of het enkelvoudig of zamengesteld is) dat in sommige verbindingen met de atomiciteit één optreedt, zal dus in andere verbindingen wel met de verbindingswaarde 3, of 5 of 7 enz. kunnen voorkomen maar nooit met de waarde 2 of eenig ander even getal. Stikstof, die bijv. in azonitrobenzoezuur en dergelijke verbindingen even als in stikstofoxydule monatomisch voorkomt, is meestal drie-atomisch, zooals in H_3N, Cl_3N, KH_2N enz. of ook misschien vijf-atomisch in H_4ClN.

Phosphorus is drie- of vijf-atomisch, Iodium één- of drie-atomisch, even als goud en thallium. Om van de talrijke voorbeelden van organische radicalen niet te gewagen.

Op gelijke wijze kunnen de radicalen, die ergens met de verbindingswaarde twee deel eener stof uitmaken, nimmer eene andere waarde verkrijgen dan die van een even getal. Zwavel komt twee-atomisch en vier-atomisch, misschien ook zes-atomisch voor; ijzer en chroom met de waarden twee en vier; zoo ook tin en lood en platina, om van een tal van andere voorbeelden te zwijgen. Onder de vele organische radicalen, die aan de wet voldoen, zij het genoeg het acetyleen en het benzol aan te halen.

Bij de verspringing der atomiciteit van een radicaal zijn twee gevallen denkbaar, die wel van elkander onderscheiden dienen te worden. Vooreerst toch kan het zijn, dat het gegeven radicaal de beide monatomische atomen, die bij verhooging toetreden, als afzonderlijke atomen opneemt, terwijl deze op het oogenblik dier toetreding uit hunne onderlinge verbinding los worden. In dit geval heeft er eigenlijk gezegde verhooging van atomiciteit plaats. Daarbij blijft dan nog de vraag onaangeroerd, of de toetredende atomen beide met gelijke kracht gebonden worden, en al of niet met dezelfde kracht, waarmede soms reeds aanwezige atomen aan het polyatomisch radicaal gebonden waren. Even goed is het ten tweede mogelijk, dat de beide atomen als molecule worden opgenomen en dus met eene scheikundige kracht, die geringer moet zijn dan in het eerste geval, omdat nu een deel hunner affiniteit tot onderlinge aaneenvoeging als molecule verbruikt is.

Mogt de ondervinding leeren, dat het laatste geval datgene is wat zich steeds voordoet, dan zou juist daarin de oorzaak gelegen zijn van de verspringing der atomiciteit met een even getal.

Het komt mij niet onwaarschijnlijk voor, dat alleen de

zoodanige stoffen, bij welke het eerste geval heeft plaats gehad, aan de wet van AMPÈRE voldoen, terwijl die stoffen, die ten aanzien dier wet de anomalie van 4 vol. damp opleveren, als moleculaire verbindingen volgens het tweede geval beschouwd moeten worden; zoo bijv. PCl_5; H_4ClN; H_5NS, enz. Deze laatste worden bij verhooging van temperatuur gemakkelijker gesplitst (gedissocieerd), terwijl ze bij opvolgende daling van temperatuur weêr tot stand komen. Mag men daarin niet een bewijs zien voor de stelling, dat het moleculaire en niet atoomverbindingen zijn; in de eerste immers is de scheikundige kracht, die ze doet ontstaan, geringer dan bij de laatste.

28 April 1865.

NIEUWE BIJDRAGE

TOT

HET VORMEN DER VERGELIJKINGEN,

DIE DE UIT ÉÉN HOEKPUNT GETROKKENE ZIJDEN EN DIAGONALEN EENS REGELMATIGEN VEELHOEKS TOT WORTELS HEBBEN.

DOOR

J. BADON GHIJBEN.

§ 1. De bijdrage van ons geacht medelid Prof. R. LOBATTO, voorkomende in het 1e deel van de 2e reeks der *Verslagen en Mededeelingen* (pag. 33), heeft mijne belangstelling opgewekt in een onderwerp, vroeger door ons geacht medelid Prof. C. H. D. BUYS BALLOT bearbeid, welke arbeid opgenomen is in het XVIe deel van de geëindigde reeks der *Verslagen en Mededeelingen* (pag. 294). Al spoedig bleek mij, dat het vormen der bedoelde vergelijkingen eene hoogsteenvoudige zaak is, die slechts op de toepassing eener bekende formule neêrkomt. Ik zal eerst blootelijk opgeven, *hoe* men die vergelijkingen vormen kan; daarna de deugdelijkheid der opgegevene handelwijze betoogen, en verder nog eenige bijzonderheden aanwijzen, die mij toeschijnen opmerking te verdienen.

Daar ik hierbij een veelvuldig gebruik van cirkelkoorden zal maken, zal ik die koorden gemakshalve door de

enkele letter k aanduiden; $k(\frac{2}{5}\pi)$ beteekent alzoo de koorde van een boog die $\frac{2}{5}$ van den halven cirkelomtrek is; $k^2(\frac{2}{5}\pi)$ beteekent het vierkant van die koorde.

§ 2. Uit eene bekende formule, ter berekening van de koorde van het n voud eens cirkelboogs (zie J. DE GELDER, *Beg. der Meetk.*, 3e dr. Dl. I. p. 175), volgt

$$m^{n-1} - \frac{n-2}{1} m^{n-3} + \frac{(n-3)(n-4)}{1 \cdot 2} m^{n-5} - \text{enz.} = \frac{k(na)}{k(a)}, \ldots (P)$$

waarin $m = k(\pi - a)$ is, terwijl de straal van den cirkel, waartoe de koorden behooren, als eenheid is aangenomen. Indien het laatste lid van (P) nul is, heeft men de vergelijking

$$m^{n-1} - \frac{n-2}{1} m^{n-3} + \frac{(n-3)(n-4)}{1 \cdot 2} m^{n-5} - \text{enz.} = 0, \ldots (A_n)$$

wier termen beurtelings de teekens $+$ en $-$ vóór zich hebben, en overigens begrepen zijn in de algemeene uitdrukking

$$\frac{(n-i-1)(n-i-2)(n-i-3) \ldots \text{tot } (n-2i)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots \text{tot } i} m^{n-2i-1},$$

die den $(i+1)^{den}$ term voorstelt.

De vergelijking (A_n), die als n even is, door m kan gedeeld worden, bevat slechts evene magten van m, en men kan er dus, in ieder bijzonder geval, zonder eenig bezwaar $m^2 = 4 - x^2$ in substitueren. De vergelijking in x, die men daardoor verkrijgt, zal dan mede slechts evene magten van x bevatten, zoodat slechts de waarden van x^2, die aan de vergelijking kunnen voldoen, in aanmerking komen. Deze waarden van x^2 nu, zullen de vierkanten zijn van de *in grootte verschillende* zijden en diagonalen des regelmatigen n-hoeks, wiens omgeschreven cirkel de eenheid tot straal heeft en bijgevolg zal de ver-

gelijking, die men verkregen heeft, de begeerde zijn. Voor het geval dat de middellijn van den cirkel mede een diagonaal is des n-hoeks, zal het vierkant van deze niet medetellen onder de waarden die x^2 in de verkregene vergelijking hebben kan.

Door den algorithmus van HORNER, wordt de genoemde substitutie van $m^2 = 4 - x^2$ zeer gemakkelijk gemaakt. Die substitutie is echter slechts noodig als n oneven is; want de vergelijking, die zij oplevert als n even is, wordt ook gevonden wanneer men in (A_n) slechts m door x vervangt.

Nemen wij tot voorbeeld vooreerst $n = 14$, dan is (A_n), na deeling door m,

$$m^{12} - 12m^{10} + 55m^8 - 120m^6 + 126m^4 - 56m^2 + 7 = 0; (A_{14})$$

ten einde de waarden van m^2 met 4 te verminderen, hebben wij hier:

1	− 12	+ 55	− 120	+ 126	− 56	+ 7
	4	− 32	92	− 112	56	0
	− 8	23	− 28	14	0	7
	4	− 16	28	0	56	
	− 4	7	0	14	56	
	4	0	28	112		
	0	7	28	126		
	4	16	92			
	4	23	120			
	4	32				
	8	55				
	4					
	12					

en wij verkrijgen dus in $m^2 - 4 = -x^2$ de vergelijking

$$x^{12}-12x^{10}+55x^8-120x^6+126x^4-56x^2+7 = 0 \;.\;.\; (V_{14})$$

Deze vergelijking, wier wortels de zijden en diagonalen zijn, die men in den 14-hoek uit eenzelfde hoekpunt trekken kan, ontstaat echter ook als men in (A_{14}) m door x vervangt.

Nemen wij tot een tweede voorbeeld $n = 17$, dan is de vergelijking (A_n)

$$m^{16} - 15m^{14} + 91m^{12} - 286m^{10} + 495m^8 - 462m^6 +$$
$$+ 210m^4 - 36m^2 + 1 = 0, \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (A_{17})$$

en hier hebben wij dan:

1	—15	+91	—286	+495	—462	+210	—36	+1
	4	—44	188	—392	412	—200	40	16
	—11	47	— 98	103	— 50	10	4	17
	4	— 28	76	— 88	60	40	200	
	— 7	19	— 22	15	10	50	204	
	4	—12	28	24	156	664		
	— 3	7	6	39	166	714		
	4	4	44	200	956			
	1	11	50	239	1122			
	4	20	124	696				
	5	31	174	935				
	4	36	268					
	9	67	442					
	4	52						
	13	119						
	4							
	17							

dus in $m^2 - 4 = - x^2$ de vergelijking

$$x^{16} - 17x^{14} + 119x^{12} - 442x^{10} + 935x^{8} - 1122x^{6} + $$
$$+ 714x^{4} - 204x^{2} + 17 = 0, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (V_{17})$$

en van deze vergelijking zijn nu de wortels de zijden en diagonalen, die in den 17-hoek aan een gemeenschappelijk hoekpunt zamenkomen.

§ 3. Ten einde de deugdelijkheid der opgegevene handelwijze te betoogen, merken wij vooreerst op dat het laatste lid der vergelijking (P) nul zal worden, indien men $na = 2p\pi$ stelt en dan voor p een willekeurig geheel getal neemt; mits dit getal noch n, noch een veelvoud van n zij, opdat niet ook $k(a) = 0$ zou worden, waardoor het laatste lid van (P) in $\frac{0}{0}$ zou overgaan, in plaats van nul te worden. Stellen wij dus onder dit beding $na = 2p\pi$ of $a = \dfrac{2p\pi}{n}$, zoo ontstaat werkelijk de vergelijking (A_n), en in die vergelijking is dan

$$m = k\left(\pi - \frac{2p\pi}{n}\right) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (\alpha)$$

zoodat voor alle waarden van het geheele getal p de uitdrukking (α) een wortel der vergelijking (A_n) is.

De uitdrukking (α) laat voor m niet meer dan $n-1$ verschillende waarden toe, en wel die waarden welke men verkrijgt, als men voor p achtervolgens de getallen 1, 2, 3, enz. tot $n-1$ neemt; want neemt men voor p een ander getal (met uitzondering altijd van n of eenig veelvoud van n), zoo komt men altijd op een der reeds verkregene waarden van m terug. Die $n-1$ waarden van m zijn dus de $n-1$ wortels der vergelijking (A_n).

Deze waarden van m zijn echter twee aan twee (dat is: voor $p = 1$ en $p = n - 1$; voor $p = 2$ en $p = n - 2$; enz.) even groot maar tegengesteld van teeken; terwijl, als n even is, $m = 0$ wordt voor $p = \frac{1}{2}n$. Dit alles stemt

overeen met de reeds gemaakte opmerking, dat de vergelijking (A_n) slechts evene magten van m bevat, en dat zij, als n even is, door m kan gedeeld worden. Met verwerping van dien factor, zijn dus de wortels der vergelijking (A_n) begrepen in den vorm $m = \pm k\left(\pi - \frac{2p\pi}{n}\right)$, en de vierkanten dier wortels worden dus uitgedrukt door de formule

$$m^2 = k^2\left(\pi - \frac{2p\pi}{n}\right),$$

waarin nu echter voor p, uit de rij der getallen 1, 2, 3, enz. tot $n-1$, slechts de voorste helft mag genomen worden; namelijk de getallen 1, 2, 3, enz. tot $\frac{1}{2}(n-1)$ of tot $\frac{1}{2}n-1$, naargelang n oneven of even is.

Indien men alzoo in de vergelijking (A_n) substitueert $m^2 = 4 - x^2$, zullen aan de daardoor gevormde vergelijking voldoen al de waarden van x, die uitgedrukt worden door de formule

$$x = \pm \sqrt{(4-m^2)} = \pm \sqrt{\left\{4-k^2\left(\pi - \frac{2p\pi}{n}\right)\right\}} = \pm k\left(\frac{2p\pi}{n}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (\alpha')$$

waarin voor p de getallen 1, 2, 3, enz. tot $\frac{1}{2}(n-1)$ of $\frac{1}{2}n-1$ gelden. Maar deze waarden van x zijn nu juist de in grootte verschillende zijde en diagonalen van den regelmatigen n-hoek, eens positief en eens negatief genomen; en wel met verwerping van de middellijn, omdat de factor $m = 0$ verworpen is geworden. Derhalve zijn deze zijden en diagonalen des n-hoeks de wortels der vergelijking, die ontstaat door $m^2 = 4 - x^2$ in (A_n) te substitueren.

Is n even, en verwerpt men de waarde $m = 0$, dan zijn de reeksen van waarden, in de uitdrukkingen (α) en (α') begrepen, volkomen dezelfde. In dit geval kan men dus, in plaats van $m^2 = 4 - x^2$ te substitueren, blootelijk m door x vervangen.

Daar de bogen, waartoe m en x als koorden behooren, elkanders supplementen zijn, blijkt het geoorloofde der genoemde vervanging van m door x ook daaruit, dat, als n even is, de zijden en diagonalen uit eenig hoekpunt getrokken, bogen onderspannen, wier supplementen onderspannen worden door de zijden en diagonalen uit het overstaande hoekpunt getrokken.

Hierdoor is dan de deugdelijkheid der in § 2 opgegevene handelwijze, zoo ik meen met alle gestrengheid, betoogd; terwijl dat betoog tevens opheldert waarom, voor het geval dat n even is, de middellijn, die dan toch ook diagonaal is, niet onder de wortels der vergelijkingen in x voorkomt.

§ 4. De omstandigheid, dat, onder de wortels der vergelijking in x, de verschillende zijden en diagonalen zoowel negatief als positief voorkomen, schijnt mij eene meetkunstige verklaring toe te laten, die eenigzins helderder is dan het beweren van den Heer BUYS BALLOT, *dat men met evenveel regt links als regts om kan tellen.*

Men stelle zich namelijk voor, dat al de zijden en diagonalen, uit eenzelfde hoekpunt P getrokken, allen van dat punt P af gemeten worden, op eene onbepaaldelijk verlengde lijn QQ', die om P draait, en waarvan het deel PQ aanvankelijk langs de middellijn ligt. Bij deze beweging der lijn QQ' komt dan eerst het deel PQ langs de eene helft der te meten lijnen, zoo als die in afnemende grootte op elkander volgen; terwijl daarna het deel PQ' der draaijende lijn langs de andere helft der te meten lijnen komt, zoo als die in toenemende grootte op elkander

volgen. Het is dus klaar, dat, zoo men de eerste der te meten lijnen als positief beschouwt, ook de overige lijnen der eerste helft positief, — maar al de te meten lijnen der tweede helft negatief zullen zijn.

§ 5 Wanneer n een ondeelbaar getal grooter dan 5 is, schijnt de vergelijking in x voor geene ontbinding in factoren vatbaar te zijn, zonder het invoeren van de goniometrische functiën, die men als hare wortels kent. Zoo zou men b. v. voor de gevondene vergelijking (V_{17}) wel kunnen schrijven,

$$\{x^2 - k^2(\tfrac{2}{17}\pi)\} \times \{x^2 - k^2(\tfrac{4}{17}\pi)\} \times \text{enz. } tot \{x^2 - k^2(\tfrac{16}{17}\pi)\} = 0;$$

maar voor het gedurige product van eenige dezer acht factoren, vindt men niet, even als voor het gedurige product van allen, eene uitdrukking zonder goniometrische functiën.

Met de vergelijking in m, dat is met de vergelijking (A_n), is het echter anders gelegen. Zij kan indien n ondeelbaar, of zelfs indien n slechts oneven is, altijd in twee factoren zonder goniometrische functiën ontbonden worden. Deze factoren zijn dan beide van den graad $\frac{1}{2}(n - 1)$, maar bevatten zoowel onevene als evene magten van m, en men wint dus door de ontbinding niet veel anders, dan dat men vergelijkingen met kleinere getallen-coëfficiënten verkrijgt Die ontbinding is echter te opmerkelijk, om haar met stilzwijgen voorbij te gaan.

Maken wij uit de vergelijking (A_n), hetgeen alweder door den algorithmus van HORNER kan geschieden, eene vergelijking in $m^2 - 2$ op, en zij $m^2 - 2 = y$, dan kunnen wij die nieuwe vergelijking voorstellen door

$$F(y) = 0; \ldots\ldots\ldots\ldots (B)$$

volgens de in § 3 opgegevene waarde van m^2, is nu

$$m^2-2=k^2\left(\pi-\frac{2p\pi}{n}\right)-2=2\,Sin.Vers\left(\pi-\frac{2p\pi}{n}\right)-2$$

$$=2-2\,Sin.\,Vers\frac{2p\pi}{n}=2\,Cos.\,\frac{2p\pi}{n}$$

$$=2\,Sin.\left(\tfrac{1}{2}\pi-\frac{2p\pi}{n}\right)=k\left(\pi-\frac{4p\pi}{n}\right),$$

en de wortels der vergelijking (B) zijn dus begrepen in den vorm

$$y=k\left(\pi-\frac{4p\pi}{n}\right)\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(\beta)$$

Door in (B) het teeken van y te veranderen, verkrijgen wij eene vergelijking

$$F(-y)=0,\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(C)$$

wier wortels begrepen zijn in den vorm

$$y=-k\left(\pi-\frac{4p\pi}{n}\right),\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(\gamma)$$

en zoo wij dus (B) met (C) vermenigvuldigen, ontstaat er eene vergelijking

$$\pm F(y)\times F(-y)=0,\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(D)$$

wier wortels begrepen zijn in den vorm

$$y=\pm k\left(\pi-\frac{4p\pi}{n}\right)\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(\delta)$$

waarin nu, even als in den voor m^2 gesubstitueerden vorm, voor p de getallen 1, 2, 3, *enz.* gelden, en wel tot $\frac{1}{2}(n-1)$, omdat n ondersteld wordt oneven te zijn.

Vóór het eerste lid der vergelijking (D) hebben wij het dubbele teeken $\pm$ geschreven, ten einde het teeken $+$ of $-$ te gebruiken, naargelang de vergelijkingen (B) en (C)

van evenen of onevenen graad zijn; en wel opdat de eerste term der vergelijking (D) het teeken + vóór zich zou hebben.

De formule (δ) geeft voor $p = 1, 2,$ *enz.*

$$y = \pm k\left(\pi - \frac{4\pi}{n}\right),\quad y = \pm k\left(\pi - \frac{8\pi}{n}\right),\ \textit{enz.};$$

voor $p = \frac{1}{2}(n-1),\ \frac{1}{2}(n-3),$ *enz.* geeft zij

$$y = \mp k\left(\pi - \frac{2\pi}{n}\right),\quad y = \mp k\left(\pi - \frac{6\pi}{n}\right),\ \textit{enz.};$$

maar al deze waarden maken te zamen juist de reeks van waarden uit, die voor $p = 1, 2, 3,$ enz. tot $n-1$ in den vroeger genoemden vorm (α) begrepen zijn. De wortels der vergelijking (D) zijn dus dezelfde als de wortels der vergelijking (A_n); die vergelijkingen kunnen dus nergens anders in verschillen, dan dat de letters m en y met elkander verwisseld zijn; en de vergelijking (A_n) is derhalve ontbindbaar in

$$\pm F(m) \times F(-m) = 0,$$

wordende de vorm van $F(m)$ gevonden, door uit (A_n) eene vergelijking in $m^2 - 2$ op te maken.

Nemen wij tot voorbeeld $n = 7$, dan is de vergelijking (A_n)

$$m^6 - 5m^4 + 6m^2 - 1 = 0; \quad \ldots\ldots (A_7)$$

ten einde hier de waarden van m^2 met 2 te verminderen, hebben wij de bewerking:

1	— 5	+ 6	— 1
	2	— 6	0
	— 3	0	— 1
	2	— 2	
	— 1	— 2	
	2		
	1		

dus in $m^2 - 2 = y$ de vergelijking

$$y^3 + y^2 - 2y - 1 = 0,$$

zoodat voor (A_7) kan geschreven worden

$$(m^3 + m^2 - 2m - 1)(m^3 - m^2 - 2m + 1) = 0.$$

Door deze factoren ieder in het bijzonder gelijk nul te stellen, hebben wij vooreerst de vergelijking

$$m^3 + m^2 - 2m - 1 = 0$$

die volgens (β) tot wortels heeft

$$m = -k(\tfrac{1}{7}\pi),\ m = +k(\tfrac{3}{7}\pi) \text{ en } m = -k(\tfrac{5}{7}\pi);$$

en ten tweede de vergelijking

$$m^3 - m^2 - 2m + 1 = 0,$$

wier wortels volgens (γ) zijn

$$m = +k(\tfrac{1}{7}\pi),\ m = -k(\tfrac{3}{7}\pi) \text{ en } m = +k(\tfrac{5}{7}\pi).$$

De laatste vergelijking is dezelfde, die door den Heer LOBATTO (zie pag. 38 der aangehaalde bijdrage) op eene geheel andere wijze, en na verwerping van een vreemden factor, gevonden is.

Nemen wij tot een ander voorbeeld $n = 17$, dan vinden wij, op dezelfde wijze handelende, dat de reeds vroeger opgegevene vergelijking (A_{17}) ontbindbaar is in:

$$m^8 + m^7 - 7m^6 - 6m^5 + 15m^4 + 10m^3 - 10m^2 - 4m + 1 = 0$$

en

$$m^8 - m^7 - 7m^6 + 6m^5 + 15m^4 - 10m^3 - 10m^2 + 4m + 1 = 0;$$

van deze beide vergelijkingen heeft de eerste volgens (β) tot wortels de acht waarden:

$$k(\tfrac{1}{17}\pi),\ -k(\tfrac{3}{17}\pi),\ k(\tfrac{5}{17}\pi),\ -k(\tfrac{7}{17}\pi),$$
$$k(\tfrac{9}{17}\pi),\ -k(\tfrac{11}{17}\pi),\ k(\tfrac{13}{17}\pi),\ -k(\tfrac{15}{17}\pi);$$

terwijl deze acht waarden, met tegengestelde teekens genomen, de wortels der tweede zijn.

§ 6. Uit de laatstaangewezene ontbinding, kan nu ook eene ontbinding afgeleid worden, ten aanzien van de vergelijking in x, voor het geval dat n het dubbel van een oneven getal is.

De waarden van x, in de formule (α') begrepen, kan men, door ze om den anderen te nemen, in twee groepen afdeelen, te weten:

$$\pm k\left(\frac{2\pi}{n}\right),\ \pm k\left(\frac{6\pi}{n}\right),\ \pm k\left(\frac{10\pi}{n}\right),\ enz. \ldots (\varepsilon)$$

en

$$\pm k\left(\frac{4\pi}{n}\right),\ \pm k\left(\frac{8\pi}{n}\right),\ \pm k\left(\frac{12\pi}{n}\right),\ enz. \ldots (\theta)$$

De vergelijking in x voor den n-hoek, kan men zich dus ontbonden voorstellen in $\varphi(x) \times \varphi'(x) = 0$, zoodanig dat de vergelijking $\varphi(x) = 0$ de groep (ε), en de vergelijking $\varphi'(x) = 0$ de groep (θ) tot wortels heeft.

Is nu n even, dan bevat de groep (θ) juist de waarden van x, die door de formule (α') voor den ($\frac{1}{2}n$)-hoek worden aangewezen. Bijgevolg is $\varphi'(x) = 0$ de vergelijking voor den ($\frac{1}{2}n$)-hoek, die dus, zooals trouwens natuurlijk is, in de vergelijking voor den n-hoek deelbaar is.

Is bovendien $\frac{1}{2}n$ oneven, dan bevat de groep (ε) juist de waarden van m, die in de formule (α) begrepen zijn voor den ($\frac{1}{2}n$)-hoek. De wortels der vergelijking $\varphi(x) = 0$ zijn dus dezelfde als de wortels der vergelijking (A_n) voor den ($\frac{1}{2}n$)-hoek, zoodat men in de laatstgenoemde vergelijking slechts m door x behoeft te vervangen, om den factor $\varphi(x)$ te bekomen. En die factor is dan volgens de voorgaande § weder in twee factoren ontbindbaar.

Nemen wij bij voorbeeld $n = 14$, dus $\frac{1}{2}n = 7$, dan is voor den 7-hoek de vergelijking (A_n)

$$m^6 - 5\,m^4 + 6\,m^2 - 1 = 0\,; \ldots\ldots (A_7)$$

hieruit vinden wij, door den in § 2 gewezen weg te volgen, dat de vergelijking voor den 7-hoek is

$$x^6 - 7\,x^4 + 14\,x^2 - 7 = 0\,; \ldots\ldots (V_7)$$

en nu hebben wij in (A_7) slechts m door x te vervangen, om den factor te bekomen, die met (V_7) vermenigvuldigd de vergelijking voor den 14-hoek zal opleveren. Voor de vroeger reeds opgegeven vergelijking (V_{14}) kan dus geschreven worden

$$(x^6 - 5\,x^4 + 6\,x^2 - 1)(x^6 - 7\,x^4 + 14\,x^2 - 7) = 0\,;$$

dat is, zoo wij nog den eersten factor volgens de voorgaande § ontbinden,

$$(x^3 + x^2 - 2x - 1)(x^3 - x^2 - 2x + 1)(x^6 - 7x^4 + 14x^2 - 7) = 0.$$

Voor de gevallen dat n het viervoud, het achtvoud, enz. van een oneven getal is, zal men eenige dergelijke bijzonderheden vinden, in hetgeen wij nu nog zullen laten volgen.

§ 7. Voor de verschillende waarden van x, als zijden en diagonalen van den n-hoek, is volgens (α') altijd

$$2 - x^2 = 2 - k^2\left(\frac{2p\pi}{n}\right) = 2 - 2 Sin. Vers \frac{2p\pi}{n} = 2 Cos. \frac{2p\pi}{n} =$$

$$= 2\,Sin.\left(\tfrac{1}{2}\pi - \frac{2p\pi}{n}\right) = k\left(\pi - \frac{4p\pi}{n}\right) = k\left(\pi - \frac{2p\pi}{\frac{1}{2}n}\right);$$

is nu n even, dan stelt volgens (α) de laatste uitdrukking de waarden van m voor ten aanzien van den $(\frac{1}{2}n)$-hoek. Hieruit volgt dat men, na voor den $(\frac{1}{2}n)$-hoek de vergelijking (A_n) opgemaakt te hebben, in die vergelijking slechts

$m = 2 - x^2$ zal behoeven te substitueren, om de vergelijking in x voor den n-hoek te bekomen. Hierbij valt echter op te merken, dat, als ook $\frac{1}{2}n$ even is, onder de waarden van $m = 2 - x^2$ er eene zal voorkomen die nul is, en dat dus zoo de vergelijking (A_n) door m gedeeld is geworden, de verkregene vergelijking in x weder met $2 - x^2$ of met $x^2 - 2$ zal moeten vermenigvuldigd worden.

Voorts zal men als $\frac{1}{2}n$ even is, blijkens hetgeen wij aan het slot van § 3 aanvoerden, in plaats van de vergelijking in m de vergelijking in x kunnen gebruiken, zoodat dan de vergelijking voor den n-hoek zal ontstaan, als men in die voor den $(\frac{1}{2}n)$-hoek x door $2 - x^2$ vervangt, en daarna de vergelijking met $x^2 - 2$ vermenigvuldigt.

Tot de substitutie van $m = 2 - x^2$, of tot de vervanging van x door $2 - x^2$, kan weder de algorithmus van HORNER gebruikt worden, maar men zal dan onder de rij der coëfficiënten de nullen moeten opnemen, die tot de ontbrekende onevene magten van m of x behooren.

Nemen wij bij voorbeeld de vergelijking voor den 4-hoek, welke is

$$x^2 - 2 = 0, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (V_4)$$

dan vinden wij, x door $2 - x^2$ vervangende, en met $x^2 - 2$ vermenigvuldigende,

$$\{(2-x^2)^2 - 2\}(x^2 - 2) = 0,$$

dat is na ontwikkeling

$$x^6 - 6x^4 + 10x^2 - 4 = 0, \quad \ldots\ldots \quad (V_8)$$

hetgeen de vergelijking voor den 8-hoek is.

Vervangen wij hierin weder x door $2 - x^2$ en vermenigvuldigen wij daarna met $x^2 - 2$, dan vinden wij

$$\{(2-x^2)^6 - 6(2-x^2)^4 + 10(2-x^2)^2 - 4\}(x^2-2) = 0$$

of na herleiding

$$x^{14}-14x^{12}+78x^{10}-220x^{8}+330x^{6}-252x^{4}+84x^{2}-8=0, \quad (V_{16})$$

hetgeen de vergelijking voor den 16-hoek is.

§ 8. Hetgeen wij in de voorgaande § aanvoerden is tot het bekomen der vergelijkingen van geen nut, omdat die vergelijkingen even gemakkelijk, en zelfs als n wat groot is nog veel gemakkelijker, terstond uit onze oorspronkelijke algemeene vergelijking (A_n) voortvloeijen. Maar het aangevoerde kan dienen om *à priori* den factor te bepalen, die er overblijft, als de vergelijking van den $(\frac{1}{2}n)$-hoek in die van den n-hoek gedeeld wordt, ook wanneer $\frac{1}{2}n$ even is.

Zoo vonden wij b. v. reeds in § 6, dat de vergelijking voor den 14-hoek kan geschreven worden in de gedaante

$$(x^6-5x^4+6x^2-1)(x^6-7x^4+14x^2-7)=0; \quad (V_{14})$$

van hare factoren is

$$x^6-7x^4+14x^2-7=0 \quad \ldots\ldots \quad (V_7)$$

de vergelijking voor den 7-hoek, terwijl de andere factor voortkwam, door dat wij m met x verwisseld hebben in de vergelijking

$$m^6-5m^4+6m^2-1=0 \quad \ldots\ldots \quad (A_7)$$

Substitueert men nu in (A_7), $m=2-x^2$, dan ontstaat de vergelijking voor den 14-hoek; vervangt men in (V_{14}) x door $2-x^2$, en vermenigvuldigt men de komende vergelijking met x^2-2, dan wordt zij de vergelijking voor den 28-hoek. Wordt dus de vergelijking voor den 28-hoek door die voor den 14-hoek gedeeld, zoo blijft er behalve de factor x^2-2 nog als factor over de uitdrukking waarin het voorste lid van (V_7) overgaat, als men x door $2-x^2$ vervangt.

Ten einde in (V_7) de vervanging van x door $2-x^2$, dat is de vervanging van $x-2$ door $-x^2$ te bewerkstelligen, verminderen wij de waarden van x met 2, waartoe de volgende bewerking dient:

1	0	— 7	0	14	0	— 7
	2	4	— 6	— 12	4	8
	2	— 3	— 6	2	4	1
	2	8	10	8	20	
	4	5	4	10	24	
	2	12	34	76		
	6	17	38	86		
	2	16	66			
	8	33	104			
	2	20				
	10	53				
	2					
	12					

zoodat door de bedoelde vervanging (V_7) overgaat in

$$x^{12}-12x^{10}+53x^8-104x^6+86x^4-24x^2+1=0,$$

en dus is

$$(x^2-2)(x^{12}-12x^{10}+53x^8-104x^6+86x^4-24x^2+1)$$

de factor die er overblijft, als de vergelijking voor den 28-hoek door die voor den 14-hoek gedeeld wordt.

Door de vergelijking (V_{14}) met dien factor te vermenigvuldigen, zal men dan ook voor den 28-hoek dezelfde vergelijking vinden, die men verkrijgt door in de formule (A_n) te substitueren $n = 28$ en tevens x in plaats van m te schrijven; te weten:

$$x^{26}-26x^{24}+300x^{22}-2024x^{20}+8855x^{18}-26334x^{16}$$
$$+54264x^{14}-77520x^{12}+75582x^{10}-48620x^8$$
$$+19448x^6-4368x^4+455x^2-14=0. \quad . \; . \; . \quad (V_{28})$$

Om den laatstgevonden factor a priori te kunnen bepalen, moest de ontbinding der vergelijking (V_{14}) bekend

zijn, en deze kon volgens § 6 gevonden worden omdat 14 het dubbel van een oneven getal was. Wil men dus de ontbinding, zooals wij die boven voor den 28-hoek aanwezen, verrigten voor een veelhoek wiens aantal hoeken door eene hoogere magt van het getal 2 deelbaar is, dan zal men bij herhaling tot veelhoeken van het halve aantal hoeken moeten teruggaan, waardoor men ten laatste zeker op een n-hoek zal nederkomen, waarin n het dubbel van een oneven getal is, en waarop dus de leerwijze van § 6 kan toegepast worden.

Om b. v. den factor te vinden die er overblijft, als de vergelijking voor den 24-hoek door die van den 12-hoek gedeeld wordt, dient men den factor te kennen, die voortvloeit uit de deeling van de vergelijking voor den 12-hoek door die voor den 6-hoek; en om dezen te vinden heeft men het verband tusschen den 6-hoek en den 3-hoek noodig, dat volgens § 6 kan gevonden worden.

Zoo hebben wij b. v. voor den 3-hoek

$$x^2 - 3 = 0, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (V_3)$$

en hieruit vinden wij volgens § 6 voor den 6-hoek

$$(x^2 - 3)(x^2 - 1) = x^4 - 4x^2 + 3 = 0; \quad \ldots \quad (V_6)$$

zoo wij nu in deze vergelijking x door $2 - x^2$ vervangen, zal, omdat $n = 6$ het dubbel van een oneven getal is, de factor, die het voorste lid van (V_3) is, een nieuwen factor opleveren, die nog met $x^2 - 2$ vermenigvuldigd moet worden, terwijl de andere factor $x^2 - 1$ in het voorste lid van (V_6) zal overgaan. Die vervanging geeft alzoo voor den 12-hoek, na vermenigvuldiging met $x^2 - 2$,

$$(x^4 - 4x^2 + 3)(x^4 - 4x^2 + 1)(x^2 - 2) =$$
$$(x^4 - 4x^2 + 3)(x^6 - 6x^4 + 9x^2 - 2) =$$
$$x^{10} - 10x^8 + 36x^6 - 56x^4 + 35x^2 - 6 = 0; \quad . \quad (V_{12})$$

Zoo wij verder in de laatste vergelijking wederom x door $2-x^2$ vervangen, zal, omdat nu $n=12$ het dubbel van een even getal is, de factor die het voorste lid van (V_6) is, eene uitdrukking opleveren, die met x^2-2 vermenigvuldigd het voorste lid van (V_{12}) is, terwijl de geheele vergelijking (V_{12}) in de vergelijking voor den 24-hoek zal overgaan, altijd echter weder na vermenigvuldiging met x^2-2. Hieruit volgt, dat de vervanging van x door $2-x^2$ den factor $x^6-6x^4+9x^2-2$ zal doen overgaan in den factor die met (V_{12}) moet vermenigvuldigd worden, om de vergelijking voor den 24-hoek te bekomen. Alzoo vinden wij voor dien factor

$$x^{12}-12x^{10}+54x^8-112x^6+105x^4-36x^2+2.$$

Men kan nu hiermede (V_{12}) vermenigvuldigen, of ook in de algemeene vergelijking (A_n), $n=24$ substitueren, om voor de vergelijking die tot den 24-hoek behoort te vinden:

$$x^{22}-22x^{20}+210x^{18}-1140x^{16}+3876x^{14}-8568x^{12}+12376x^{10}-11440x^8+6435x^6-2002x^4++286x^2-12=0 \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (V_{24})$$

§ 9. Wanneer het getal n een deeler n' heeft, bestaat er natuurlijk tusschen de vergelijkingen, die tot den n-hoek en den n'-hoek behooren, een zoodanig verband, dat de laatste in de eerste als factor begrepen is. Indien bij deze uit zich zelf blijkende waarheid, de voorgaande beschouwingen gevoegd worden, zal wel alles gezegd zijn wat dienen kan, om de bedoelde vergelijkingen zooveel mogelijk in factoren, met geheele getallen als coëfficiënten, te ontbinden.

§ 10. Onze beschouwingen, die in § 5 en volgende voorkomen, dienden alleen om eenig licht te verspreiden over de mogelijke deelers der gevormde vergelijkingen;

maar het vormen dier vergelijkingen op zich zelf, geschiedt altijd door de in § 2 opgegevene hoogsteenvoudige methode, die, krachtens het betoog in § 3 vervat, evenzeer wiskundig rein als eenvoudig is. Gedachtig aan de spreuk van BOERHAVE, *Simplex sigillum veri*, kan ik dan ook aan den Heer BUYS BALLOT niet toegeven, dat eene door hem gevolgde methode van verdubbeling de wiskundig reinste zou zijn *). Ik zou eer geneigd zijn te vragen of die methode wel *bruikbaar* is. Volgens haar heeft de Heer B. B., om de vergelijking voor den 17-hoek te bekomen, eerst eene vergelijking $x^{30}-32x^{28}+464x^{26}-$ enz.... $-255=0$ opgemaakt; daarin zijn de factoren x^2-3 en x^4-5x^2+5 (maar ook geene andere) kunnen ontdekt worden door hetgeen voorafging; na de vergelijking door deze factoren gedeeld te hebben, blijft er eene vergelijking $x^{24}-24x^{22}+252x^{20}-$enz.... $+17=0$ over; en van deze is nu het voorste lid in twee factoren, een van den 8sten en een van den 16den graad, moeten ontbonden worden. Om te doen blijken, dat de methode bruikbaar is, zou er moeten aangewezen zijn, *hoe* de laatstgenoemde ontbinding verkregen is. Is zij verkregen doordat men op eenige andere wijze, hetzij de vergelijking voor den 17-hoek, hetzij den anderen factor heeft gevonden, of doordat men naar een van beide gegist heeft, dan wordt hierdoor reeds van zelf een veroordeelend vonnis over de methode uitgesproken. Alzoo moest de ontbinding van den vorm $x^{24}-24x^{22}+252x^{20}-$enz. . . $+17$ geschieden, zonder dat men nopens de te verkrijgen factoren eenig licht had, en eene zoodanige ontbinding gaat zoo gemakkelijk niet.

---

*) Ten aanzien van de wiskundige reinheid zou men kunnen beweren, dat zij, evenals de volmaaktheid, geen comparativus of superlativus toelaat.

De Heer BUYS BALLOT noemt zijne methóde van verdubbeling *de wiskundig reinste, omdat zij den stempel der noodzakelijkheid draagt, terwijl zij tevens de eerste was die hem inviel.* Die laatste bijvoeging doet zeker niets ter zake, maar wat beteekent die stempel der noodzakelijkheid? Wordt er mede bedoeld, dat tot het vormen der begeerde vergelijkingen die methode niet kan ontbeerd worden? Andere methoden leveren die vergelijkingen ook op, en zelfs veel vlugger. Is de meening, dat de uitkomsten der verdubbelingsmethode noodzakelijk goed zijn? Dit heeft zij dan slechts met andere methoden gemeen. Of is eindelijk de bedoeling, dat de verdubbelingsmethode noodzakelijk tot het beoogde doel *moet* voeren? Hierin kan slechts toegestemd worden onder beding, dat ontbindingen, zoo als de straks besprokene, geene onoverkomelijke zwarigheden opleveren; en zou eene toestemming, onder dat beding, niet nagenoeg met eene ontkentenis gelijk staan?

Het zal wel onnoodig zijn, hierover verder uit te weiden, daar de in § 2 opgegevene manier, in ieder bijzonder geval, kort en goed de vergelijking oplevert, die de uit één hoekpunt getrokkene zijden en diagonalen eens regelmatigen n-hoeks tot wortels heeft. De Heer BUYS BALLOT noemt die vergelijking *eene vergelijking tusschen de zijden en diagonalen des n-hoeks,* in welke benaming echter eene onverklaarbare afwijking van het gewone spraakgebruik opgesloten ligt. Volgens dat spraakgebruik toch verstaat men, door *eene vergelijking tusschen eenige grootheden,* eene vergelijking waaruit één dier grootheden kan berekend worden, als al de andere gegeven zijn; eene hoogeremagtsvergelijking is dus geene vergelijking tusschen hare wortels. Indien b. v. u de zijde, v en w de in grootte verschillende diagonalen van den 7-hoek zijn, hebben wij, volgens de vergelijking (V_7),

$$u^2 + v^2 + w^2 = 7,$$

$$v^2 w^2 + w^2 u^2 + u^2 v^2 = 14,$$

en

$$u^2 v^2 w^2 = 7;$$

elk dezer drie vergelijkingen is nu eene vergelijking tusschen de zijden en diagonalen van den 7-hoek, maar de vergelijking (V_7) is dat niet. Elimineren wij u tusschen de eerste en tweede, alsmede tusschen de eerste en derde vergelijking, dan verkrijgen wij

$$v^2 w^2 + (v^2 + w^2)(7 - v^2 - w^2) = 14,$$
$$v^2 w^2 (7 - v^2 - w^2) = 7,$$

en elk dezer beide vergelijkingen, is nu eene vergelijking tusschen de twee in grootte verschillende diagonalen. Elimineren wij eindelijk v tusschen de twee laatste vergelijkingen, dan ontstaat er eene vergelijking, waarin alleen w voorkomt, te weten:

$$w^6 - 7w^4 + 14w^2 - 7 = 0;$$

en dit is nu geene vergelijking tusschen verschillende grootheden, hoezeer hare wortels de zijden en diagonalen des 7-hoeks zijn, eens positief en eens negatief genomen.

In overeenkomst met het gewone spraakgebruik, heeft dan ook de Heer LOBATTO, in het opschrift zijner bijdrage, gesproken van de vergelijkingen, *welker wortels de zijden en diagonalen der regelmatige veelhoeken doen kennen*. De Heer L. heeft daarbij te regt het woord *doen kennen* gebezigd, omdat in die bijdrage, behalve de vergelijkingen wier wortels zijden en diagonalen *zijn*, ook nog vergelijkingen zijn uitgebragt, uit wier wortels de waarden van de zijden en diagonalen kunnen afgeleid worden; zoo als: voor den 3-hoek $x - 1 = 0$; voor den 5-hoek $x^2 - x - 1 = 0$; voor den 7-hoek $x^3 - x^2 - 2x + 1 = 0$; voor den 9-hoek $x^4 - x^3 - 3x^2 + 2x + 1 = 0$; enz. Deze vergelijkingen

betreffen alle het geval dat n oneven is; zij kunnen uit onze algemeene vergelijking (A_n), op de wijze in § 5 vermeld, zeer gemakkelijk afgeleid worden; zij hebben tot wortels de supplementskoorden van de zijden en diagonalen des veelhoeks; en deze wortels zullen dus die zijden en diagonalen *doen kennen*, hoezeer zij dat niet *zijn*.

Te dezen aanzien zij het mij echter vergund te doen opmerken, dat er geene vergelijkingen noodig zijn, om de zijden en diagonalen van den regelmatigen n-hoek te doen kennen; want, zoodra het getal n genoemd is, kent men niet alleen de zijde maar ook al de diagonalen; men behoeft de getallenwaarden dier lijnen slechts uit een sinustafel op te zoeken. De vraag is dus niet, onbekende wortels uit vergelijkingen op te sporen, maar uit bekende wortels vergelijkingen zamen te stellen, zoodat het behandelde onderwerp eigenlijk eene gedeeltelijke oplossing behelst van de vraag: *Vergelijkingen met coëfficiënten in geheele getallen te vinden, wier onmeetbare wortels, als goniometrische functiën, in eindigen vorm kunnen uitgedrukt worden.* Zoo leert b. v. het in § 5 gevondene omtrent den 7-hoek, dat de vergelijkingen:

$$\{x^2 - k^2(\tfrac{1}{7}\pi)\}\{x^2 - k^2(\tfrac{3}{7}\pi)\}\{x^2 - k^2(\tfrac{5}{7}\pi)\} = 0,$$

$$\{x + k(\tfrac{1}{7}\pi)\}\{x - k(\tfrac{3}{7}\pi)\}\{x + k(\tfrac{5}{7}\pi)\} = 0,$$

$$\{x - k(\tfrac{1}{7}\pi)\}\{x + k(\tfrac{3}{7}\pi)\}\{x - k(\tfrac{5}{7}\pi)\} = 0,$$

respectievelijk dezelfde zijn als:

$$x^6 - 5x^4 + 6x^2 - 1 = 0,$$

$$x^3 + x^2 - 2x - 1 = 0,$$

en

$$x^3 - x^2 - 2x + 1 = 0.$$

NASCHRIFT.

Onder de zijden en diagonalen der beschrijfbare regelmatige veelhoeken (dat zijn diegene, welke men in den cirkel *construeren* kan), zijn er eene menigte, die geene gemeene maat met den straal, of met de eenheid hebben. De beschrijfbaarheid eischt echter, dat de genoemde onmeetbaarheid slechts uit de onmeetbaarheid van vierkantswortels mag voortvloeijen. Zoo heeft men bij voorbeeld voor den 15-hoek de vergelijking

$$x^{14} - 15\,x^{12} + 90\,x^{10} - 275\,x^{8} + 450\,x^{6} - 378\,x^{4} + 140\,x^{2} - 15 = 0; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (V_{15})$$

wier voorste lid ontbindbaar is in de vier factoren $x^2 - 3$, $x^4 - 5\,x^2 + 5$, $x^4 - \frac{1}{2}\,(7 - \sqrt{5})\,x^2 + \frac{1}{2}\,(3 - \sqrt{5})$ en $x^4 - \frac{1}{2}\,(7 + \sqrt{5})\,x^2 + \frac{1}{2}\,(3 + \sqrt{5})$; zoodat men, na elk dezer factoren gelijk nul gesteld te hebben, al de wortels der vergelijking (V_{15}) door het trekken van een aantal vierkantswortels zal kunnen berekenen.

Daar volgens GAUSS ook de 17-hoek onder de beschrijfbare veelhoeken behoort, voelde ik mij gedrongen eene dergelijke ontbinding der vroeger opgegevene vergelijking (V_{17}) te beproeven. Hoezeer niet dan na vrij wat overleg en moeite, gelukte het mij in die ontbinding te slagen, waarvan ik hier alleen als einduitkomst wil opgeven, dat de acht waarden van x^2, die aan de vergelijking (V_{17}) voldoen, de volgende zijn:

$$x^2 = \frac{17-\sqrt{17}-\sqrt{(34-2\sqrt{17})}-2\sqrt{\{17+3\sqrt{17}-\sqrt{(170+38\sqrt{17})}\}}}{8};$$

$$x^2 = \frac{17-\sqrt{17}+\sqrt{(34-2\sqrt{17})}-2\sqrt{\{17+3\sqrt{17}+\sqrt{(170+38\sqrt{17})}\}}}{8};$$

$$x^2 = \frac{17+\sqrt{17}-\sqrt{(34+2\sqrt{17})}-2\sqrt{\{17-3\sqrt{17}+\sqrt{(170-38\sqrt{17})}\}}}{8};$$

$$x^2 = \frac{17-\sqrt{17}-\sqrt{(34-2\sqrt{17})}+2\sqrt{\{17+3\sqrt{17}-\sqrt{(170+38\sqrt{17})}\}}}{8};$$

$$x^2 = \frac{17+\sqrt{17}-\sqrt{(34+2\sqrt{17})}+2\sqrt{\{17-3\sqrt{17}+\sqrt{(170-38\sqrt{17})}\}}}{8};$$

$$x^2 = \frac{17+\sqrt{17}+\sqrt{(34+2\sqrt{17})}-2\sqrt{\{17-3\sqrt{17}-\sqrt{(170-38\sqrt{17})}\}}}{8};$$

$$x^2 = \frac{17+\sqrt{17}+\sqrt{(34+2\sqrt{17})}+2\sqrt{\{17-3\sqrt{17}-\sqrt{(170-38\sqrt{17})}\}}}{8};$$

$$x^2 = \frac{17-\sqrt{17}+\sqrt{(34-2\sqrt{17})}+2\sqrt{\{17+3\sqrt{17}+\sqrt{(170+38\sqrt{17})}\}}}{8};$$

de bovenstaande acht waarden zijn naar hare opklimmende grootten gerangschikt, zoodat de eerste het vierkant van de zijde, de laatste het vierkant van de grootste diagonaal des 17-hoeks is.

Ik zou vreezen de beschuldiging van langwijligheid op mij te laden, indien ik hier nog de beschouwingen wilde bijvoegen, die mij tot deze einduitkomst geleid hebben, maar die ik gaarne in eene nadere bijdrage zal ontwikkelen, indien mij mogt blijken dat er eenig belang in werd gesteld.

29 Julij 1865.

RAPPORT

OVER

VULKANISCHE ASCH VAN JAVA,

UITGEBRAGT IN DE VERGADERING VAN 24 JUNIJ 1865,

DOOR

A. H. VAN DER BOON MESCH.

Door den Heer Dr. J. A. VAN DISSEL, 2den Stadsgeneesheer te Samarang, is bij missive van 17 October l.l. aan de Akademie toegezonden eene kleine hoeveelheid vulkanische asch van den Javaanschen Vulkaan de *Kloet* of *Kéloet*. Deze asch is buitengewoon fijn, grijsachtig wit en met behulp van het mikroskoop heb ik daarin kleine deeltjes feldspaath en zeer weinig zwarte kristallijne deeltjes, waarschijnlijk augit, gevonden. Geen spoor van eenig magneetijzer, een gewoon bestanddeel van vulkanische aschsoorten, en geen leuzit, mica, lava of bimstein heb ik daarin kunnen opsporen. Het spec. gew. bedroeg 2,4477, en zij was zamengesteld uit kiezelzuur, boriumzuur, aluinaarde, ijzeroxyde, een spoor van manganiumoxydule, kalk, magnesia, kali, natron, water en een spoor chloor-ammonium.

Merkwaardig is het, dat de asch van den *Kloet* boriumzuur bevat, daar dit zuur, zoo ver mij bekend is, nimmer in eenige vulkanische asch ontdekt is, en niet

onder de bestanddeelen van 20 ontlede asch onderscheiden vulkanen in en buiten Europa Het kiezelzuurgehalte bedroeg 59,682 pct, wa asch de trachytische zamenstelling nadert.

Het voorkomen van boriumzuur in vulkan kan, dunkt mij, geen bevreemding wekken, da wel niet voorkomt in de verschillende delfstoffe die asch en de vulkanische rotssoorten zijn za maar in de dusgenaamde fumarolen dikwerf gevo daar de heete waterdampen, uit de diepte vo menigmaal boriumzuur en verschillende zouten, gelost, hetzij in zeer fijn verdeelden toestand bevatten. Het voorkomen van boriumzuur in len en sommige solfataren meent men daaruit verklaren, dat zwavel-borium door water ontlee en zwavelwaterstofgas levert, uit borax, borazit door de werking van chloor-ammonium het be vrij wordt, en uit de boriumzuur bevattende door waterdamp reeds dit zuur afgescheiden wo

Deze asch is daarenboven belangrijk, omdat stig is van den merkwaardigen en zoo zeer gev vaanschen vulkaan de *Kloet*. Hetgeen wij van kaan weten, zijn wij verschuldigd aan F. JUNG in September 1844 dezen berg heeft beklomme van eene breedvoerige beschrijving, door afbeel geheldерd, gegeven heeft in zijn werk: *Java,* blz. 643—702. De hoogte, het verbazend ui zien, het daarop voorkomen van syenit, trachiet stein, asch en zand, de zandlagen, het meer in terkolk, in middellijn 2000 voeten, en door van asch en zand omringd, de steile rotstoppen afgronden enz. zijn door JUNGHUHN naar eigen wing beschreven, en daardoor worden de groot tingen, die de *Kloet* door het uitwerpen van v

en asch nu en dan heeft aangerigt, verduidelijkt, en de oorsprong van het water op den tijdelijk gesloten bodem van den krater opgehelderd.

De uitbarstingen, die bekend zijn, dagteekenen van het 1000ste jaar van onze tijdrekening. Deze eerste is volgens eene Javaansche kronijk door RAFFLES beschreven. De volgende hadden plaats op 5 Junij 1811, op 11—14 October 1826, in 1835, op 16 Mei 1848 en op 4 Januarij 1864. Van andere uitbarstingen is geen aanteekening gehouden.

In den *Catalog der geologischen Sammlung von Java, niedergelegt und geordnet im Reichs-Museum für Naturgeschichte zu Leiden*, von FR. JUNGHUHN, 's Gravenhage 1854, komen onder N°. 224—238, rotssoorten, lava en zand voor van den *Kloet*, doch daaronder heb ik geen asch gevonden.

Leiden, Junij 1865.

OVER DEN INVLOED

VAN

LUCHTDRUKKING EN CAPILLAIRE WERKING

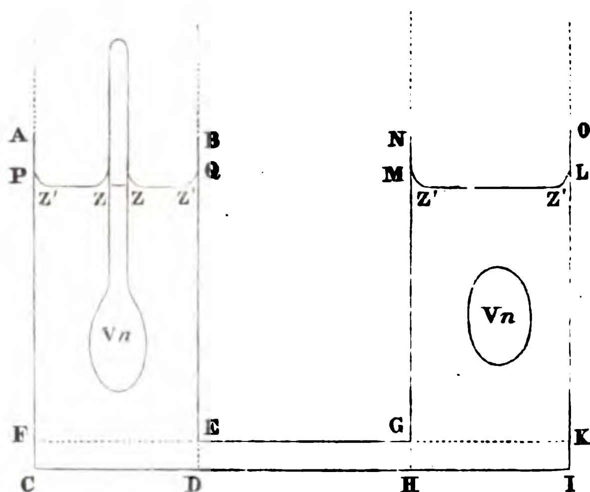
BIJ DE VERVAARDIGING EN HET GEBRUIK VAN

AREOMETERS.

BEPALING DOOR PROEFNEMING VAN DE HOEVEELHEID VLOEISTOF WELKE BUITEN AAN EENE BUIS DOOR DE CAPILLAIRE WERKING OPGEHOUDEN WORDT.

DOOR

F. J. STAMKART.



Laat ABCD een vat of glas zijn waarin water of eenige andere vloeistof zich bevindt, en onderstellen wij dat in die vloeistof een areometer drijft.

Het ondergedompelde gedeelte des areometers tot aan eene verdeeling n der buis, zij . . . . V_n,
en het geheele volumen des areometers . . . . V,
dan is het boven het horizontale oppervlak der vloeistof uitstekende deel des areometers. . . . . . $V-V_n$.
Zij de hoeveelheid vloeistof, die door de capillaire werking aan den steel van den areometer opgetrokken is . . . . z,
en de hoeveelheid vloeistof die tegen den wand van het vat is opgetrokken. . . . . z'.
Zij de digtheid der vloeistof. . . . . D.
Het gewigt van den areometer in het luchtledige. . . G,
en zij deze nog verzwaard met een gewigt aan kwik. x.

Om de voorwaarden van evenwigt te vinden, stellen wij ons voor, dat nevens het vat ABCD nog een ander NOHI volkomen gelijk vat geplaatst zij, en dat beide vaten door eene buis EDHG gemeenschap hebben; voorts denken wij ons, dat beide vaten naar boven verlengd zijn, tot de uiterste grens van den dampkring. De capillaire werking bij den omtrek PQ is dan volkomen gelijk aan de capillaire werking bij den omtrek ML. Overigens moeten de *gewigten* der massa's die in beide cylinders boven een horizontaal vlak FEGK staan geheel gelijk zijn.

Eindelijk zij de digtheid der lucht. . . . . δ,
de barometerhoogte B en de doorsneden of grondvlakken der beiden vaten. . . . . S.
Het volumen der vloeistof, dat, *buiten* het volumen V_n, in beide vaten onder Z en Z', aanwezig is, zij . . V'.

De geheele hoogte des dampkrings zij h, en het soortelijk gewigt van kwik k. Dan is:

De lucht bevat in ABPQ $= hS - (V-V_n) - z - z'$.
Deze weegt . . . . $kBS - (V-V_n + z)\,\delta - z'\delta$.

De vloeistof $V' + z$ weegt . . . . $(V' + z)D$.
De areometer weegt . . . . $G + x$.
Derhalve *gewigt* in het vat ABCD (buiten z')
$= kBS + G + x + V'D + z(D - \delta) - (V - V_n)\delta - z'\delta$.

In het andere vat ONHI is:

Lucht . . . . . $k.s - z'$; deze weegt $kBS - z'\delta$;
vloeistof (buiten z') $= V' + V_n$; deze weegt $(V' + V_n)D$.
Bijgevolg gewigt in het vat NOIH (buiten z')
$= kBS + V'D + V_n D - z'\delta$.

Wij hebben dus, in beide vaten $kBS - z'\delta + V'D$ wegnemende:

$$G + x + z(D - \delta) - (V - V_n)\delta = V_n D,$$

of

$$G + x - V\delta = (V_n - z)(D - \delta) \quad \ldots\ldots (1)$$

$G - V\delta$ is het gewigt van den areometer in de lucht. Stel, dat in de andere schaal eener balans het gewigt G' hiermede evenwigt maakt, en laat Δ het soortelijk gewigt der gewigtstukken zijn, dan is de drukking van G' in de andere schaal $= G'\left(1 - \frac{\delta}{\Delta}\right)$; dus is:

$$G - V\delta = G'\left(1 - \frac{\delta}{\Delta}\right).$$

De drukking x is voorts $= x'\left(1 - \frac{\delta}{\Delta}\right)$, als namelijk x' gewigtstukjes in de lucht evenwigt met x maken; dus komt er:

$$G + x - V\delta = (G' + x')\left(1 - \frac{\delta}{\Delta}\right);$$

en daarom

$$(G' + x')\left(1 - \frac{\delta}{\Delta}\right) = (V_n - z)(D - \delta).$$

Laat l de straal van een al fijner en fijner gedacht haarbuisje zijn, en q de overeenstemmende hoogte waartoe de vloeistof hierin opklimt, dan is de limiet van lq eene standvastige grootheid voor dezelfde vloeistof, dezelfde temperatuur en dezelfde soort van glas. Zij $2\,m^2$ deze constante voor de vloeistof die in de vaten is; en laat c = den omtrek van de buis van den areometer zijn, dan heeft men, volgens de *Mécanique Céleste* van LAPLACE (Liv. X, *Supplém.*):

$$z = \tfrac{1}{2}\,l\,q\,.\,c = m^2\,.\,c$$

Bijgevolg is:

$$(G' + x')\left(1 - \frac{\delta}{\Delta}\right) = (V^n - m^2\,.\,c)(D - \delta)\;.\;.\;.\;(2)$$

Indien V_n het volumen bij 15° temperatuur is, en dit volumen bij 15° + t° verandert in $(1 + \alpha\,t)\,.\,V^n$, dan zoude deze laatste waarde voor V_n moeten genomen worden, en, streng genomen, zoude G' ook niet meer dezelfde waarde hebben, zoowel wegens de andere temperatuur als wegens een anderen barometerstand. Bij verandering van temperatuur verandert ook m^2 iets, omdat q evenredig is aan de digtheid der vloeistof (voor zoover deze van dezelfde natuur blijft) enz.: al deze kleine veranderingen geven *onmerkbaar* kleine veranderingen in de te vinden correctiën, en kunnen dus gerust verwaarloosd worden, en evenzoo het product van α en δ. Om dus in (2) rekenschap van de uitzetting van het glas van den areometer te houden, schrijven wij alleen

$$D' = (1 + \alpha t)\,.\,D;$$

en dan is

$$(G' + x')\left(1 - \frac{\delta}{\Delta}\right) = (V_n - m^2 . c)\,(D' - \delta)\,.$$

Laat de areometer, onbelast in eene vloeistof van de digtheid = 1, bij eene temperatuur van 15°, inzinken tot het punt 0 der schaal, en laat voor deze vloeistof m^2 de bijzondere waarde m'^2 hebben, dan is verder $x' = 0, t = 0$, $D' = 1$; bijgevolg:

$$G' \times \left(1 - \frac{\delta}{\Delta}\right) = (V_0 - m'^2 . c)\,(1 - \delta).$$

Hieruit volgt, deelende in (2),

$$1 + \frac{x'}{G'} = \frac{V_n - m^2 . c}{V_0 - m'^2 . c} \times \frac{D' - \delta}{1 - \delta}\,.$$

NB. Mogt de Areometer niet *drijven*, maar aan den arm eener balans hangen, welke door een gewigt x' in de andere schaal in evenwigt gehouden wordt, dan is in deze uitdrukking x' slechts *negatief* te nemen.

De vergelijking van het evenwigt is nu:

$$\left(1 - \frac{c}{V_0} m'^2\right)(1 - \delta)\left(1 + \frac{x'}{G'}\right) = \left(\frac{V_n}{V_0} - \frac{c}{V_0} m^2\right)(D' - \delta).\;(3)$$

Indien men schrijft

$$\frac{V_n}{V_0} = 1 + \frac{n}{100}\,, \qquad \frac{c}{V_0} = p, \qquad \frac{D' - \delta}{1 - \delta} = D'',$$

dan verkrijgt (3) de volgende gedaante:

$$(1 - pm'^2)\left(1 + \frac{x'}{G'}\right) = \left(\frac{n}{100} + 1 - pm^2\right) D''.$$

Hieruit laten zich de drie volgende vergelijkingen afleiden:

1°. óm het gewigt x' te vinden als n en D'' gegeven zijn,

$$(1-pm'^2).\frac{x'}{G'}=\frac{n}{100}D''-(1-pm^2)(1-D'')+p(m'^2-m^2).(4)$$

2°. om n te vinden wanneer x' en D″ bekend zijn

$$\frac{n}{100}\cdot D''=(1-pm'^2)\frac{x'}{G'}+(1-pm^2)(1-D'')-p(m'^2-m^2).(5)$$

3°. om D″ te vinden, wanneer x' en n gegeven zij

$$\left(\frac{100+n}{100}-pm^2\right)D''=(1-pm'^2)\left(1+\frac{x'}{G'}\right)..(6)$$

Indien de Areometer in water van 10 tot 20° warmte drijft en de digtheid des waters bij 15° voor éénheid genomen is, dan is D, D′ en D″ zeer nabij $=1$, en $m^2=m'^2$; dus is dan om het gewigt x' te vinden, overeenstemmende met de verdeeling n, volgens (4):

$$\frac{x'}{G'}=\frac{n}{100}\cdot\frac{D''}{1-pm'^2}-(1-D'');$$

dat is, genoegzaam

$$\frac{x'}{G'}=\frac{n}{100}(D''+pm'^2D'')-(1-D'')$$

$$=\frac{n}{100}\cdot D''+\frac{n}{100}\cdot pm'^2.D''-(1-D'').$$

Alzoo

$$x'=\frac{n}{100}\cdot D''G'+\frac{n}{100}\cdot pG'D''m'^2-(1-D'')G'.$$

Maar wij hebben

$$p=\frac{c}{V_0},\qquad\text{dus}\qquad pG'=\frac{G'}{V_0}\cdot c.$$

Indien wij G′ in milligrammen uitdrukken en V_0 in kubieke millimeters, dan is zeer nabij $G'=V_0$, en dus

$p\,G = c$. Daar voorts D'' nabij = 1 is, zoo is ook $p\,G'\,D'' = c$.

Alzoo

$$x' = \frac{n}{100} \cdot D''.\,G' + \frac{n}{100} \cdot c\,.\,m'^2 - (1 - D'')\,G' \,..(7)$$

$c\,m'^2 \times \frac{n}{100}$ is de Correctie die aan de gewigten x' bij het verdeelen der schaal moet toegebragt worden, wegens de capillaire opklimming van het water tegen den steel. —

De Correctiën voor de *luchtdrukking* en de *uitzetting* van het glas zijn begrepen in

$$D'' = \frac{D' - \delta}{1 - \delta} = \frac{D(1 + \alpha t) - \delta}{1 - \delta} \cdot = \{D + \alpha t D - \delta\}(1 + \delta).$$

Dat is, daar D in dit geval zeer weinig van 1 verschilt,

$$D'' = D + \alpha t - (1 - D)\,\delta.$$

Volgens de waarnemingen van den Heer M. E. BÈDE, over de capillariteit, te vinden in de *Mémoires Couronnés, et Mem. des Savants étrangers, publ. par l'Académie Royale des Sciences de Belgique,* Tome XXX, 1858—1861, pag. 158, is voor gedistilleerd water:

$$m'^2 = 14.8 : 2 = 7.4.$$

Dit is een middengetal voor verschillende buizen, alle beneden de streep inwendige middellijn; gaande m'^2 van $\frac{1}{2} \times 10.9$ tot $\frac{1}{2} \times 15.37$ of van 5.45 tot 7.69.

Volgens mijne eigene waarnemingen of wegingen van het water dat uitwendig aan glazen buizen hangt, maar met gewoon regenwater, heb ik gemiddeld gevonden:

$$m'^2 = 5.33.$$

Het kan dus weinig van de waarheid afwijken, zoo wij

als benadering in een rond getal $m'^2 = 6$ aannemen; hetgeen nu beduidt, dat voor *elken millimeter* van den omtrek van den steel des Areometers. 6 milligrammen aanhangend water kan gerekend worden.

Dus komt $cm'^2 = 6. \pi. d = 18{,}8. d$, als d de middellijn of dikte van den steel is.

Voor den Areometer van 0 tot 8° is $d = 4.8$ à 5 mm.
Voor dien van 8 tot 30° is $d = 6.7$ à 7 „

Dus komt voor den eersten Areometer:

Corr. x' voor de Capillariteit $= + 0.94 \times n$ mgr.
en voor den tweeden Areometer,

Corr. x' voor de Capillariteit $= + 1.31 \times n$ mgr.

Het is, in den eersten opslag, opvallend, dat, niettegenstaande het aanhangende water den Areometer dieper zinken doet, dan zonder dit het geval zoude wezen, toch nog aan de gewigten x' iets *toegevoed* moet worden. — De reden hiervan is, dat tot eenheid van volumen (V_0) eene grootheid genomen is *grooter* dan zonder de Capillaire werking het geval zoude geweest zijn. De graden der schaal moeten dus ook iets grooter zijn, dan zonder de Capillariteit.

De formule (5) kan toegepast worden bij het onderzoek van eenen Areometer, nadat hij gemaakt is, indien men hem daartoe met gewigten x' bezwaart, en de inzinking, in eene vloeistof van bekende digtheid waarneemt. — Indien de verzwarende gewigten onder de vloeistof dompelen, dan moet, zoo als van zelf spreekt, de vermindering in gewigt in aanmerking genomen worden.

Gesteld dat de Verificatie in zuiver water van nabij 15° temperatuur geschiedt, dan is nogmaals $1 - D''$ een klein getal, en voorts $m^2 = m'^2$; dus is:

$$n = \frac{100}{D''}(1 - pm'^2)\left(\frac{x'}{G'} + 1 - D''\right),$$

of, verwaarloozende het product van pm'^2 met $(1-D'')$,

$$n = \frac{100}{D''} \cdot \frac{x'}{G'} + 100 \cdot \frac{1-D''}{D''} - \frac{100}{D''} \cdot \frac{x'}{G'} \cdot pm'^2.$$

Stelt men in den derden term, van het tweede lid der vergelijking, n voor $\frac{100}{D''} \cdot \frac{x'}{G'}$ in de plaats, en voor pm'^2 $\frac{\pi d}{G'} \cdot m'^2$; zoo komt:

$$n = \frac{100}{D''} \cdot \frac{x'}{G'} + 100 \cdot \frac{1-D''}{D''} - \frac{\pi \cdot m'^2 d}{G'} \cdot n$$

$$= \frac{100}{D} \cdot \frac{x'}{G'} + 100\,(1-D) - \frac{18.85 \cdot d}{G'} \cdot n \ldots (8)$$

genoegzaam.

De corr. voor de cappillariteit $\pi\, m'^2 \cdot \frac{d}{G'} \cdot n$, is kleiner naar gelang G' in betrekking tot d grooter is. Voor naauwkeurige proeven is het dus ook uit dezen hoofde beter, bij dezelfde middellijn d van den steel, het volumen V_0, of, hetgeen op hetzelfde neder komt, het gewigt G', eerder grooter dan kleiner te kiezen.

Zoo wij voor d 5 mm. onderstellen voor den eersten areometer, die van 0 tot 8° gaat, en 7 mm. voor den tweeden areometer, van 8 tot 30°, en voor G' 37 en 40 *gram* aannemen, dan beloopt de correctie wegens de capillariteit

voor den eersten areometer	0	tot	ongeveer	— 0°,02
en voor den tweeden „	— 0°,03	tot		— 0°,10

De areometer vervaardigd en in water geverifiëerd zijnde, zal elke verdeeling n van de schaal de verhouding aanwij-

zen van het volumen V_n dat onder de verdeelstreep gelegen is, tot het volumen V_0, dat onder het punt 0 der schaal ligt, door de evenredigheid:

$$V_n : V_0 = 100 + n : 100.$$

Terwijl V_0 de beteekenis heeft van het ondergedompelde gedeelte wanneer de areometer drijft in zuiver water van 15° temperatuur.

De digtheid van eenige andere vloeistof waarin men het werktuig heeft laten drijven, en het punt van inzakking n heeft waargenomen, wordt nu gevonden door toepassing der form. (6), waarin $x' = 0$ genomen wordt; aldus komt:

$$D'' = \frac{1 - pm'^2}{\frac{100+n}{100} - pm^2} = \frac{100}{100+n} \cdot \frac{1 - pm'^2}{1 - \frac{100}{100+n} \cdot pm^2}.$$

Zij $\Delta = \frac{100}{100+n}$, de benaderde waarde van D″, dan is

$$D'' = \Delta \cdot \frac{1 - pm'^2}{1 - \Delta pm^2} = \Delta (1 - pm'^2 + \Delta pm^2)$$

genoegzaam,

$$= \Delta - p(m'^2 - \Delta m^2) \Delta.$$

Maar

$$D'' = \frac{D' - \delta}{1 - \delta}, \text{ dus } D' = (1-\delta) D'' + \delta = D'' + (1 - D'')\delta,$$

of genoegzaam:

$$D' = D'' + (1 - \Delta) \delta.$$

Eindelijk:

$$D = D' : (1 + \alpha t) = D' (1 - \alpha t) = D' - \alpha . t . \Delta$$

genoegzaam.

Dus

$$D = \Delta - p (m'^2 - m^2 \Delta) \Delta + (1 - \Delta) \delta - \alpha . t . \Delta .. (9)$$

De tweede term dezer uitdrukking geeft de correctie voor de capillariteit; de derde de correctie voor de luchtdrukking, de vierde eindelijk de correctie voor de uitzetting van het glas.

Het getal p dat in deze uitdrukking voorkomt kan uit de lengte van één graad der verdeeling en de dikte d van den steel, op eene eenvoudige wijze gevonden worden, want uit de vergelijking

$$V_n = \left(1 + \frac{n}{100}\right) V_0 .$$

volgt

$$V_{n+1} - V_n = \frac{1}{100} V_0 .$$

Zij $l =$ de lengte in millimeters van één graad der verdeeling, welke lengte, met eene voldoende naauwkeurigheid, gevonden wordt, door de lengte van eenige graden der verdeeling te meten, en door het aantal te deelen; dan heeft men:

$$V_{n+1} - V_n = \tfrac{1}{4} \pi d^2 l = \frac{1}{100} V_0 .$$

Verder is

$$c = \pi d,$$

dus komt:

$$p = \frac{c}{V_0} = \frac{\pi d}{25 . \pi d^2 l} = \frac{1}{25 d l} .$$

Alzoo

$$D = \Delta - \frac{m'^2 - m^2 \Delta}{25 d l} \Delta + (1 - \Delta)\delta - \alpha t \Delta . (10)$$

Om de corr. voor de capillariteit te kunnen toepassen, moet men, behalven m'^2 ook m^4 kennen. Volgens de

hierboven aangehaalde verhandeling van den Heer [illegible] (pag. 159 en volg.) heeft men, gemiddeld uit waarnemingen met haarbuizen waarvan de inwendige middellijn kleiner dan 1 mm., waren:

		Temp.	[illegible]	
Gewone Alcohol	D = 0,8422	7°,	m^2	= [illegible]
" "		13°,7		= [illegible]
Absolute "	D = 0,8275	14°	"	= [illegible]
Ether "	D = 0,7430	15°,8	"	= [illegible]
Liqueur des Hollandais		16°,2	"	= [illegible]

Met jenever zoo als zij in den kleinhandel voorkomt, waarvan bij 20° Temp. D = 0,94106 bedraagt, heb [illegible] met twee areometerbuizen, de dikkere en de dunnere, gevonden $m^2 = 3.84$, dus iets nader aan water komende, [illegible] een gevolg van het meerder watergehalte. Stellen wij gemiddeld, als voor alkohol, $m^2 = 3$, terwijl als boven voor water $m'^2 = 6$, blijft aangenomen, dan wordt de [illegible] voor de capillariteit

$$-\frac{6-3\Delta}{25.d.l}\cdot\Delta = -4\cdot\frac{6\,n + 3\ldots}{(100+n)^2.d\ldots}$$

Van eenen areometer, gaande van 0 tot 9°, heb ik de lengte dezer 9° gevonden = 197 mm., dus

$l = 21,9$
en de dikte van den steel $d = 4,8$ } dus $l\,d = 105,\ldots$

Van eenen anderen, gaande van 8 tot 30°, heb ik de lengte der 22° gevonden = 213 mm., dus

$l = 9,7$
en de dikte van den steel $d = 7,2$ } dus $l\,d = 69,8$.

---

*) q = opstijging van het vocht in de buis; l = inwendige middellijn.

Alzoo heeft men:

1e Areometer	$n = 0$	Corr. D. voor de Capill.	= — 0,0011.4
	$n = 5$	〃 〃 〃 〃 〃	= — 0,0011.4
	$n = 10$	〃 〃 〃 〃 〃	= — 0,0011.3
2e Areometer	$n = 10$	〃 〃 〃 〃 〃	= — 0,0017.0
	$n = 15$	〃 〃 〃 〃 〃	= — 0,0016.9
	$n = 20$	〃 〃 〃 〃 〃	= — 0,0016.7
	$n = 25$	〃 〃 〃 〃 〃	= — 0,0016,5
	$n = 30$	〃 〃 〃 〃 〃	= — 0,0016.3

De corr. voor de capillariteit is, voor denzelfden areometer dus bijna standvastig tusschen de grenzen der waarneming. De corr. voor de luchtdrukking is van een tegengesteld teeken; zij verminderd dus het bedrag der correctiën, met het volgend beloop

		Corr. voor de Luchtdrukking.
$n = 0$	. . .	0
5	. . .	+ 0,000.06
10	. . .	+ 0,000.12
15	. . .	+ 0,000.17
20	. . .	+ 0,000.22
25	. . .	+ 0,000.26
30	. . .	+ 0,000.30

De beide correctiën te zamen voor de capillariteit en luchtdrukking voor den in water geverifiëerden, en in alcohol of mengsels van water en alcohol gebruikten areometer is dus

Eerste Areometer.	Tweede Areometer.
$n = 0$ Corr. D.. — 0,00....	$n = 10$ Corr. D = — 0,00158
$n = 5$ 〃 〃.. — 0,00108	$n = 15$ 〃 〃 = — 0,00152
$n = 10$ 〃 〃.. — 0,00102	$n = 20$ 〃 〃 = — 0,00145
	$n = 25$ 〃 〃 = — 0,00139
	$n = 30$ 〃 〃 = — 0,00133

De geheele corr. blijkt dus ongeveer $\frac{1}{10}$ van één graad te bedragen voor den nieuwen Nederlandschen Vochtweger. De bovenstaande getallen zijn in zoo verre slechts middelwaarden, als wij voor m'^2 en m^2, gemiddelden hebben genomen. In waarheid kan de corr. dus iets grooter of kleiner zijn, maar eene beslissing hierover, kan in elk bijzonder geval niet geschieden, dan alleen door een opzettelijke proefneming met den te gebruike vochtweger, hoe groot voor deze m'^2 en m^2 zijn, en het is ligt na te gaan uit de opgegevene waarden van m'^2 en m^2 hoe groot de afwijkingen waarschijnlijk zijn kunnen. Ik geloof niet dat de gevonden gemiddelde corr. meer dan 15 hoogstens 20 procent te groot of te klein in eenig bijzonder geval zijn zal. Een punt alleen is nog onzeker, namelijk de waarde der corr. tusschen 0 en 5° voor slappe mengsels. Het is toch duidelijk dat m'^2 voor water niet terstond m^2 voor alcohol, worden kan, bij de minste toevoeging van deze laatste vloeistof Daar ik evenwel reeds voor $n = 6^o$ nagenoeg $m^2 = 3{,}69$ tot $4{,}08$ alzoo merkelijk minder dan voor water gevonden heb, zoo is het waarschijnlijk, dat reeds door weinig toegevoegde alcohol bij water, de meniscus merkelijk gewijzigd wordt, en dat dus de corr., die *nul* moet zijn voor $n = 0$, zeer spoedig opklimt tot nagenoeg — 0,001.

Onderzoeken wij nog wat het geval zal wezen, indien men bij de vervaardiging van de schaal eens areometers, naar aanleiding van form. (7), de corr. voor de capillariteit niet had in het oog gehouden. Men zoude dan op hetzelfde punt der buis, blijkens form. (8), niet het getal

n maar het getal $n + \frac{\pi . d}{G} . m'^2 n = n + n . pm'^2$ hebben

ingeschreven. Anders gezegd: door bij de vervaardiging der schaal, de gewigten x' alleen uit den *eersten* term van (7) af te leiden, en ze dus ligter te nemen, dan wanneer ook

den tweeden term mede gerekend wordt, zal het werktuig iets minder inzakken, en dus de getallen n *iets lager* te staan komen, en bijgevolg voor bepaalde punten der buis, *iets grooter* zijn.

Wanneer men nu de densiteit volgens eene waarneming van n zal berekenen, dan vindt men in stede van $\frac{100}{100+n}$, werkelijk

$$\frac{100}{100+n+npm'^2}=\frac{1}{1+\frac{n}{100}(1+pm'^2)}=\frac{1}{1+\frac{1-\Delta}{\Delta}(1+pm'^2)}$$

$$=\frac{\Delta}{1+(1-\Delta)pm'^2}=\Delta\left(1-(1-\Delta)pm'^2\right)$$

$$=\Delta-\Delta.pm'^2+\Delta^2.pm'^2=A.$$

Maar volgens (9) is

$$\Delta-\Delta pm'^2+\Delta^2 pm^2+(1-\Delta)\delta-\alpha t\Delta=D.$$

Dus is

$$D=A-\Delta^2.pm'^2+\Delta^2 pm^2+(1-\Delta)\delta-\alpha t\Delta.$$

Maar A is volgens de *laatst ondersteldde* zamenstelling der schaal $=\frac{100}{100+n'}=\Delta$; alzoo

$$D=\Delta-p(m'^2-m^2)\Delta^2+(1-\Delta)\delta-\alpha.t.\Delta\ .\ (11)$$

$$=\Delta-\frac{m'^2-m^2}{25\,dl}\Delta^2+(1-\Delta)\delta-\alpha t\Delta.$$

Deze formule geeft de corr, iets kleiner dan form. (10); en in de practische toepassingen, bij het vervaardigen der schalen, is het ook iets gemakkelijker, op eene corr. minder te behoeven te letten. — Wanneer men dus niet daar-

aan hecht, dat zoo streng mogelijk, bij elke verdeeling de verhouding

$$V_0 : V_n = 100 : 100 + n$$

plaatsvinde, schijnt de laatste wijze nog de voorkeur te verdienen.

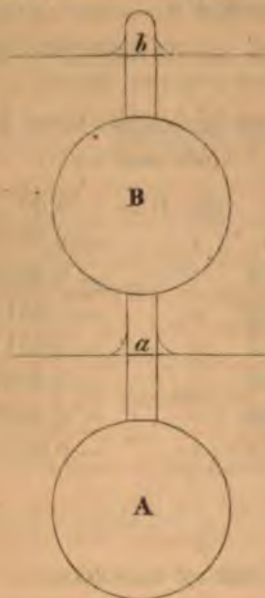
Door toepassing van dezelfde getallen als hier boven zijn aangenomen voor m'^2, m^2, d en l vindt men nu:

Voor den eersten areometer	$n = 0$	Corr. D =	— 0,00 . . . .
	$n = 5$	"	— 0,00098
	$n = 10$	"	— 0,00082
Voor den tweeden areometer	$n = 10$	"	— 0,00130
	$n = 15$	"	— 0,00113
	$n = 20$	"	— 0,00097
	$n = 25$	"	— 0,00084
	$n = 30$	"	— 0,00072

BEPALING DOOR PROEFNEMING VAN DE HOEVEELHEID VLOEISTOF WELKE BUITEN AAN EENE BUIS DOOR DE CAPILLAIRE WERKING OPGEHOUDEN WORDT.

De capillaire opklimming van vloeistoffen is tot heden voornamelijk waargenomen in naauwe glazen buizen, haarbuizen genoemd: hetgeen buiten aan de buis hangt, of in het algemeen tegen een staand vlak opklimt — of nedergedrukt wordt — is, zoo veel ik weet, nog niet regtstreeks door eenige proef gevonden. Hierboven hebben wij de aanhangende hoeveelheid afgeleid uit de opstijging in buisjes, en $m^2 = \frac{1}{2} lq$ genomen. — Nu (1865) ongeveer 3 jaren geleden, deelde de Heer Dr. GUNNING, toen te Utrecht, thans Hoogleeraar te Amsterdam, mij eene proef mede, waardoor het *verschil der volumina water* en *alcohol*, dat aan dezelfde buis bij gedeeltelijke indompeling in die

vloeistoffen, opgetrokken wordt, kan gevonden worden. — De proef was de volgende: Aan eene buis zijn twee bollen, of holle glazen ligchamen A en B geblazen, vereenigd door de buis *a* terwijl het eind *b* der buis, dat volkomen dezelfde middellijn als *a* moet hebben boven uitsteekt.



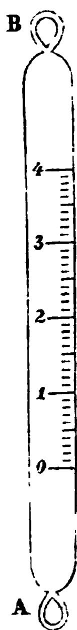
Na de weging van het geheel, in de lucht, wordt eene weging gedaan terwijl het ligchaam A tot aan *a* in eene vloeistof, — b. v. water dompelt; daarna geschiedt de indompeling tot aan *b*, en de weging wordt herhaald.

Dezelfde wegingen, met indompeling tot aan *a* en *b*, worden herhaald in alcohol of eenig ander vocht.

Het verlies aan gewigt, bij de weging in *a* geeft het volumen van A, *verminderd* met het volumen der bij *a* aanhangende vloeistof; want deze aanhangende vloeistof moet opgewogen worden door zijn gewigt in de andere schaal der balans. Het verlies aan gewigt dat men verkrijgt, is dus te klein. Het verlies aan gewigt bij de weging in *b*, geeft het volumen van A + B, ook *verminderd* met het volumen der bij *b* aanhangende vloeistof. — Het verschil der wegingen bij *a* en bij *b*, geeft *zuiver* het volumen B.

De wegingen in alcohol herhaald zijnde heeft men eene zuivere densiteitsbepaling, door de wegingen bij *a* en *b*. De digtheid der vloeistof bekend zijnde, geeft de weging (b. v.) bij *a* het volumen A *verminderd* met het volumen van den *meniscus van alcohol* bij *a*: men heeft reeds het

volumen van A, verminderd met het *volumen van den meniscus van water* bij *a*; bijgevolg kan men het *verschil* der *volumina* vinden van den meniscus van water, en den meniscus van alcohol. — Men zoude kunnen opmerken, dat hetzelfde resultaat ook nog verkregen zoude kunnen worden, door, in plaats van de weging bij *b*, eene weging met *geheele* onderdompeling in de plaats te stellen, welke gemakkelijker is, en waarbij de anders gevorderde gelijkheid van middellijn bij *a* en bij *b*, en eene overeenstemmende toestand der glasoppervlakte in beide punten, zoude vervallen. Maar, zoo als alle dergelijke opmerkingen *naderhand* komen, zoo is het ook gelegen met het denkbeeld waartoe ik ben gekomen, en waardoor de vraag om het gewigt, en bijgevolg het volumen der vloeistof bij *a absoluut* te vinden wordt opgelost. Dit denkbeeld is eenvoudig het volgende: om, na de weging bij *a*, het *werktuig om te keeren*, zoo dat B onder, en A boven komt, en dan nogmaals eene weging bij hetzelfde punt *a* te doen. Men verkrijgt dan,



1ste weging bij *a*: volumen A *minus* meniscus *a*
2de weging bij *a*: volumen B *minus* meniscus *a*
en door optelling: volumen A + B *minus* 2 × meniscus *a*. Eene weging met *geheele* onderdompeling geeft het volumen van A + B, en dus door aftrekking $A+B-(A+B-2a)=2a=$ het *dubbele volumen van den meniscus bij a.*

Deze wijze van waarnemen heb ik toegepast, maar daartoe eenvoudig buizen gebruikt, onder en boven toegeblazen en van oogjes A en B voorzien. In die buizen was een weinig kwik gedaan, dat natuurlijk zich altijd plaatste aan het einde, A of B, dat onder hing, waardoor de buizen verticaal bleven hangen. Eene papieren schaal was binnen in elke buis vastgemaakt.

Ik heb 5 verschillende buizen gebruikt, waarvan twee (DL en DK) veel dikker dan de areometerbuizen waren; een dunnere (ZB) waarin niet zoo veel kwik was dat zij in water onderzonk, en twee buizen of stelen van vochtwegers (DA en *da*). De gewigten en afmetingen der buizen zijn als volgt:

Buis.	Lengte.	Dikte = Middellijn.		Gewigt in de lucht.	Gewigt in regen-water.	Tempe-ratuur van het water.	Afstand der gemeten Middel[lijnen]
	mm.		mm.	gr.	gr.		mm.
N°. 1. DL	167	Bij het langste oog	17,87	39,4508	6,4481	20°	20
		In het midden ..	17,95				20
		Bij het kortste oog	18,01				
N°. 2. DK	158	Bij het langste oog	17,71	39,5981	8,3599	20°	20
		In het midden ..	17,62				20
		Bij het kortste oog	17,59				
N°. 3. ZB Drijvende buis 1 deel der schaal = 2,296 mm.	160	Bij verdeeling 10	7,80	5,1837	—1,438	19°.4	30
		„ „ 20	7,78				30
		„ „ 30	7,79				
N°. 4 DA Areometer van 8—30°	155	Bij verdeeling 20	6,72	5,1859	0,3440	19°.9	20
		„ „ 40	6,71				20
		„ „ 60	6,61				
N°. 5. *da* Areometer van 0—9°	143	Bij verdeeling 30	4,835	3,4142	1,0628	19°.9	15
		„ „ 45	4,822				15
		„ „ 60	4,817				

Digtheid van het regenwater, aangenomen = 1,000164 × digtheid gedistelleerd water, bij gelijke temp.

Digtheid der lucht = δ = 0,001205.

Zoo wij in form. (2) x' negatief nemen, omdat de buis door het tegenwigt x' drijvende gehouden wordt, dan heeft men

$$V_n - m^2 . c = \left(G' - x'\right) \frac{1 - \frac{\delta}{\Delta}}{D - \delta}$$

Na de omkeering der buis en indompeling tot *dezelfde*

verdeeling n; wordt het ondergedompelde deel $= V - V_n$, en het gewigt in de schaal x''; dus:

$$V - V_n - m^2 c = \left(G' - x''\right) \frac{1 - \frac{\delta}{\Delta}}{D - \delta},$$

waaruit, optellende:

$$V - 2 m^2 c = \left(2 G' - x' - x''\right) \frac{1 - \frac{\delta}{\Delta}}{D - \delta}.$$

Laat nu K' het gewigt der buis zijn, wanneer zij geheel ondergedompeld aan een fijn haar hangt, dan is

$$V = \left(G' - K'\right) \frac{1 - \frac{\delta}{\Delta}}{D - \delta}$$

Bijgevolg

$$m^2 c = \tfrac{1}{2} \left(x' + x'' - G' - K'\right) . \frac{1 - \frac{\delta}{\Delta}}{D - \delta} \ldots (12)$$

Indien bij de tweede weging — na de omkeering der buis — de indompeling niet tot aan de verdeeling n, maar tot aan eenige andere n' geschied is, dan vindt men op dezelfde wijze

$$m^2 c + \tfrac{1}{2} (V_{n'} - V_n) = \tfrac{1}{2} \left(x' + x'' - G' - K'\right) . \frac{1 - \frac{\delta}{\Delta}}{D - \delta} . (13)$$

Door deze laatste formule is men ontheven van de noodzakelijkheid dat de indompeling bij de wegingen volkomen tot *hetzelfde* punt der verdeeling plaats heeft; indien slechts het tusschenliggend volumen $V_{n'} - V_n$ naauwkeurig kan berekend worden. Blijkens de gemeten middelijnen der buizen, die — schoon zij een eenigzins conischen vorm aanwijzen — toch zeer weinig verschillen, kan dit, zonder

nadeel voor de naauwkeurigheid der proef wel geschieden.

Form. (13) vindt ook hare toepassing als de buis in de vloeistof drijft, en men de verdeelingen n en n' waarneemt tot hoe ver de inzinking, voor en na de omkeering, plaats heeft. In dit geval is zoowel x' als $x'' = 0$, en K' is negatief.

Alsdan is

$$m h^2 c = \tfrac{1}{2}(V_n - V_n') - \tfrac{1}{2}\Big(G' - (-K')\Big)\frac{1 - \frac{\delta}{\Delta}}{D - \delta} \quad ..(14)$$

$$= \tfrac{1}{2}(V_n - V_n') + \tfrac{1}{2}\Big((-K') - G'\Big) \cdot \frac{1 - \frac{\delta}{\Delta}}{D - \delta}$$

De wijze van waarnemen, die ik gevolgd ben, was in het algemeen de volgende: Eene balans werd in evenwigt gesteld, met aan den eenen arm een draad met een haakje om de buis aan te hangen, en eenige tarra, om tegen een klein schaaltje aan den anderen arm op te wegen. De gedeeltelijk onder te dompelen buis werd in de vloeistof gehangen, tot ongeveer $1\frac{1}{2}$ centimeter over de helft onder de vloeistof, en in het schaaltje zoo veel gewigt als behoefde om weder evenwigt te verkrijgen.

Na de aflezing van de verdeeling die met de oppervlakte der vloeistof overeenstemde, stelde ik de balans met hetgeen er aan hing ongeveer $7\frac{1}{2}$ mm. hooger, en voegde in het schaaltje weêr zoo veel gewigt bij als noodig was, om het juk horizontaal te stellen. De buis was dan ook zooveel gerezen, en de verdeeling aan de oppervlakte, werd afgelezen enz. Op deze wijze werden 5 waarnemingen gedaan, waarna de buis omgekeerd werd, en op dezelfde manier 5 andere waarnemingen volbragt, waarbij zoo veel mogelijk *dezelfde* deelpunten aan de oppervlakte gebragt werden.

De opteekeningen der tweede, of der eerste reeks werden daarna door interpolatie herleid tot volkomen dezelfde deelpunten als bij de eerste of tweede reeks wegingen waargenomen waren. Een enkel voorbeeld moge dit ophelderen.

7 Augustus 1863.

Buis N°. 4, gedeeltelijk hangend in regenwater. Temp. 19,8°.

De *nul* der verdeeling *onder*.			De *nul* der verdeeling *boven*.			Verschil der aflezing.	Herleiding van x'	$x'+x''$ op dezelfde streep.	Fout B—W.
Weging N°.	Aflezing aan de oppervl.	Gewigt x' gramm.	Weging N°.	Aflezing aan de oppervl.	Gewigt x'' gramm.				
	mm.			mm.		mm.		gramm.	m.gr.
1	52,20	2,551	5	55,7	3,328	3,5	—0,125	5,755	+ 2,6
2	44,95	2,814	4	48,0	3,063	3,05	—0,109	5,768	—10,4
3	37,10	3,082	3	40,1	2,778	3,00	—0,107	5,753	+ 4,6
4	29,10	3,379	2	32,8	2,502	3,70	—0,133	5,748	+ 9,6
5	22,00	3,637	1	25,8	2,263	3,80	—0,136	5,764	— 6,4
						Gemiddeld		5,757,6	±3,67

Verloop op de schaal, *nul* onder 30,2 mm. diff. $x' = 1{,}086$ }
" " " *nul* boven 29,9 " " $x'' = 1{,}065$ }

60,1 " " 2,151

Voor de herleiding van x' is 1 mm. = 35,8 mgr.

G′ = 5,1859 gramm.
K′ = 0,3439 " Temp. water = 19,8

G′ + K′ = 5,5298 "
$x' + x''$ = 5,7576 " ± 3,67 mgr. midd. fout

NB. Δ = digtheid der koperen gewigten = 8 genomen

$$2\overline{)\,0{,}2278\,}$$

$$m'^2 c = 0{,}1139 \times \frac{1-\frac{\delta}{\Delta}}{D-\Delta} = 114{,}2\ \overline{mm}^3 \pm 1{,}8\ \overline{mm}^3$$

Het resultaat der proefnemingen is geweest als volgt:

Water. Temperatuur = 19 à 21°.

Buis.	Omtrek.	$m'^2 . c$	*mb. fout*	m'^2	*mb. fout*	
N°.	mm.	mm³.	mm³.	mm².	mm².	
1 LD	56,3	392,1	±12,7	6,97	±0,21	
2KD	55,4	371,7	4,3	6,72	0,08	
3 ZB	24,5	104,7	1,8	4,28	0,08	gewogen even als de andere buizen, niet drijvend.
″ ″	—	121,9	7,9	4,97	0,32	
″	—	104,1	—	4,24	—	drijvend, zonder weging,³ $\frac{1}{2}(V_{n'} - V_n) = 1997,4$mm.
″ ″	—	117,9	—	4,81	—	″ ″ 1983,6 ″
DA	21,1	114,2	1,8	5,41	0,09	
d a	15,1	79,3	2,6	5,23	0,17	

Jenever D = 0,94106 bij 20° Temp.

						Temp.
1		251,1	± 7,6	4,45	±0,14	19°,2
2		293,2	11,5	5,24	0,21	19,6
3		78,6	2,1	3,41	0,09	19,8
4		85,8	2,3	4,07	0,11	21,1
″		85,7	1,5	4,06	0,07	19,5
5		51,3	0,4	3,39	0,03	21,3
″		57,6	1,0	3,80	0,07	19,7

Gemiddeld door de beide areometerbuizen:

$$\left.\begin{array}{l}\text{water} \quad m'^2 = 5,33 \\ \text{jenever} \quad m^2 = 3,83\end{array}\right\} m'^2 - m^2 = 1,49.$$

Even als bij de waarnemingen omtrent het opstijgen van vloeistoffen in naauwe buisjes, zijn ook de uitkomsten der waarnemingen omtrent het aanhangen der vloeistof buiten aan de buizen, niet geheel overeenstemmend; de oorzaak hiervan zal wel dezelfde zijn, namelijk verschillende toestanden der glasoppervlakten; waarvan o. a. ook bij BÈDE vele voorbeelden voorkomen. Het volgt hieruit, met toepassing op de vochtwegers, dat, streng genomen, voor elk dergelijk werktuig een afzonderlijke proef zoude moe-

ten genomen worden; hetgeen op dezelfde manier, als de hier beschrevene kan gedaan worden. Het is evenwel duidelijk, dat dit alleen dan eenig nut kan hebben — althans zoo komt het mij voor — wanneer er sprake is van eenen vochtweger die tot standaard bestemd is; terwijl voor gewoon gebruik het toepassen eener kleine corr. zeker voldoende kan geacht worden. Volgens het door mij gevonden Resultaat van m'^2 en m^2 voor water en jenever, door de beide gebruikte areometerbuizen, zoude de corr. zelf kleiner nog zijn dan de hierboven, pag. 332 of 335 berekende.

Het is ligt te zien dat de manier van wegen van een ligchaam voor de helft, of meer of minder dan de helft, in eene vloeistof hangend, en daarna omgekeerd, met de andere helft, of evenveel minder of meer dan deze helft in de vloeistof, zich ook laat toepassen om de capillaire werking b. v. van metalen te bepalen. Alleen moet men zorgen, dat geene verdeelstrepen of andere ongelijkheden der oppervlakte in den kring der capillaire werking komen, maar of geheel *onder* of geheel *buiten* de vloeistof blijven.

Voor het vervaardigen, of liever het verdeelen der schalen van Areometers, door hen, met verschillende verzwaringen, te laten drijven in zuiver water, en de punten van inzinking waar te nemen, ga men alzoo dus te werk: Vooraf, indien de verdeeling zeer naauwkeurig zijn zal, moet de waarde van m'^2 door proefneming bepaald zijn; of, zoo men het voldoende acht, men neme, volgens eene middelwoorde $m'^2 = 6$. — Men weegt den Areometer naauwkeurig op de gewone wijze in de lucht; dit geeft G'. Men zoekt, voor de temperatuur des waters de digtheid D, waarbij de digtheid van water van 15° C, als eenheid genomen wordt. — Men berekent D'' en vervolgens voor elke verdeeling n die men door proefneming wil vinden, de waarde van x' door toepassing der form. (7),

x' is het gewigt dat in of aan den Areometer moet gedaan worden, om hem tot de vooraf bepaalde verdeeling n te doen inzinken. — Indien x' aan den Areometer *in* het water gehangen wordt, dan moet x' natuurlijk iets zwaarder genomen worden, te weten $x'\left(1 + \frac{1-\delta}{\Delta}\right)$.

In de berekening van D'' is de *Corr.* voor de *luchtdrukking* — $(1-D)\ \delta$, en die voor de uitzetting van het glas $+\ \alpha\ t$, begrepen. De *Corr.* voor de *Capillariteit* is $+\frac{n}{100}\ c.\ m'^2 = \pi\ d\ m'^2\ \frac{n}{100}$. De voornaamste waarde van x' is $D''G'\frac{n}{100}$ met de kleine verbetering $-(1-D'')G'$.

De aflezingen geschieden, zoo als bekend is, door te zien *onder* langs de oppervlakte van het water, door de wanden van het glas heen, waarin de Areometer drijft.

De Areometer-schaal op deze wijze vervaardigd zijnde, vindt men, bij het gebruik van het werktuig, de digtheid D der vloeistof waarin men het laat drijven door toepassing der form. (10). Streng genomen moet hiertoe ook vooraf, weder door proefneming, de bijzondere waarde van m^2 voor den Areometer en de te onderzoeken vloeistof, gevonden zijn. Als middelwaarde kan $m^2 = 3$ worden aangenomen, voor alcoholische vloeistoffen; en voor de Nederlandsche vochtwegers de *Corr.* pag. 332 worden toegepast, waarna nog de *Corr* — $\alpha\ t\ \Delta$ voor de uitzetting van het glas moet aangebragt worden.

Indien bij de vervaardiging van de schaal des Areometers de *Corr.* van de gewigten x' voor de *Capillariteit* is *verwaarloosd*, dan heeft men bij het gebruik de form. (11) toe te passen, of, als middelwaarden, de getallen van pag. 335, nevens de *Corr.* — $\alpha\ t\ \Delta$ voor de uitzetting van het glas.



OVER
OUDE MEER-OEVERBANKEN OP JAVA,

DOOR

W. C. H. STARING.

Voor eenigen tijd heb ik aan de Akademie mijn vermoeden medegedeeld, dat er op Java gronden voorhanden waren uit vóórhistorische en natertiaire tijden, en dus uit dat tijdperk, hetwelk men het diluviale noemt *). De heer ERMELING, chef van het hydrographisch bureau te Batavia, werd, door het lezen van mijn stuk, opmerkzaam op eene photographie uit het album van den heer LOUDON, welke JUNGHUHN had doen vervaardigen, en die de voorstelling gaf van een natuurverschijnsel, hetgeen den heer ERMELING deed denken aan de welbekende parallel roads, in Schotland, en aan de ijsmeren, die men vooronderstelt dat hier, tijdens hun ontstaan, aanwezig waren. Die ijsmeren van Schotland moeten in diluviale tijden aanwezig zijn geweest, en daarom vermoedde men, dat dit verschijnsel op Java ook tot ditzelfde tijdperk teruggebracht zoude en behooren te worden. Deze Javaansche parallel roads of meer-oeverbanken zijn, ook naar mijn inzien, op dezelfde wijze ontstaan, behalve dat men hier, op het warme Java, niet aan bergijs en eenen ijstijd, als eerste oorzaak behoeft te denken.

De photographie van JUNGHUHN, waarvan de heer ERMELING mij eene uitmuntende teekening, hier in steendruk wedergegeven, heeft toegezonden, stelt een gezicht voor op het hoogere gedeelte van het dal der Serajoe-rivier, in het Diënggebergte,

*) Verslagen en Mededeelingen der K. A. v. W., Afd. Natuurk., Dl. XVII. bladz. 52.

op Midden-Java. Met behulp van de kaart van dit gebergte, in het groote werk van JUNGHUHN, kan men zich volkomen juist de plek voorstellen, vanwaar dit gezicht genomen is. Het is de weg, die zuidoostwaarts naar Banjoemaas loopt, tusschen de pasanggrahan of het rusthuis van Diëng en het meer Werno, over den hoogen bergrug, die de bergvlakte van Diëng afscheidt van de negentig el lager liggende vallei Badak-banteng. De Serajoe heeft zich in deze vallei haar diepe bed uitgeschuurd. Van den weg ziet men dus oostwaarts in de vallei, welke, in de teekening door de morgenzon verlicht, sterke schaduwen aan de westzijde der heuvels vertoont.

JUNGHUHN heeft meesterlijk aangetoond, dat het Diëng-gebergte niets anders is dan de bouwval van een enkelen reusachtig grooten vulkaan, waarvan de krater eenmaal de middellijn had van een uur gaans. Van den zuidelijken en westelijken kraterrand is niets dan de bouwval overgebleven, eene woest dooreenliggende hoop bergen en rotsblokken, door welke bergstroomen, die te zamen in de Serajoe-rivier uitmonden, zich nieuwe wegen gebaand hebben. De eerste is de Dolog, langs het beruchte Doodendal loopende, dat, door het prozaisch onderzoek van JUNGHUHN, genoegzaam al zijne verschrikkelijkheid verloren heeft. De tweede bergstroom is de Tulis, waardoor de moerassige bergvlakte van Diëng, met de tempel-bouwvallen van Ardjoeno, afwatert; en de derde is de Serajoe, die het water uit de vallei van Badak-banteng afvoert, buiten het Dienggebergte de Tulis, en de met deze vereenigde Dolok opneemt om dan als eene groote rivier, door Banjoemaas stroomende, zich in de baai van Tjilatjap uit te storten. De vallei van Badak-banteng ligt, door een bergrug zuidwestwaarts afgescheiden, negentig el lager dan de bergvlakte Diëng en het overige van den voormaligen grooten kraterbodem. Aan de noordoostelijke zijde is die ingesloten door den stijlen, zeshonderd vijf en zeventig el oprijzenden bergwand van de Prahoe, den rand van den vroegeren grooten krater. De

vallei is daardoor eene kom, die, wanneer de Serajoe, ter plaatse waar zij thans eenen waterval heeft, tegenover het dorp Wadas poteh, afgedamd wierd, onder water zoude komen te staan, een meer van wellicht meer dan vijftig ellen diepte vormende. Blijkens de afbeelding dezer streek van JUNGHUHN, is dit werkelijk gebeurd. De kom is met water gevuld geweest, dat vervolgens weder weggezakt is, na verschillende hoogtestanden te hebben ingenomen, en, gedurende langen tijd in elk dier standen, te zijn blijven staan. Bij elk dier standen heeft zich het meer oeverbanken in de omringende gesteenten uitgehold, welke zeer duidelijk in de teekening te zien zijn. Bij den heuvel op den voorgrond ziet men er twee voorname, waarvan de bovenste uit drie onderdeelen van minder beteekenis schijnt te bestaan, ten bewijze dat het water veel langer den benedensten hoogte-stand heeft ingenomen, dan de drie bovenste. Dat men hier met werkelijke oeverbanken te doen heeft, blijkt ten duidelijkste uit de herhaling van ditzelfde verschijnsel tegen de westelijke helling van het rivierdal, zoo als duidelijk op de teekening te zien is. Hier loopen de oeverbanken waterpas met die op den voorgrond, en ook hier is de onderste de grootste en de bovenste in een drietal onderdeelen gesplitst.

De beste verklaring van de Schotsche meren en de parallel roads of oeverbanken, welke deze in de omringende bergwanden hebben gegroefd, heeft men gevonden in het afdammen van de bergengten, waardoor het water af kon stroomen, door bergijs, hetwelk dan ook duidelijke sporen van zijn aanwezen in uitgegroefde en glad geslepen rotswanden en in opeenhoopingen van steengruis, heeft achtergelaten. In het Diënggebergte is daarentegen de oorzaak der afdamming van het afvoerkanaal of van het bed van de Serajoe, niet zoo ver te zoeken. De verweerde oppervlakte van de trachyten en trachytlava's, waaruit de randen van den vulkaan bestaan, is aan afglijden,

aan zoogenoemde bergvallen, onderhevig; gelijk er juist zulk een bergval van het jaar 1838, aan de uitmonding van de Serajoe uit de vallei van Badak-banteng, door JUNGHUHN opgemerkt en op de kaart aangeteekend is. JUNGHUHN veronderstelt zelfs de mogelijkheid, dat deze bergval tijdelijk de Serajoe verstopt, en de bovenliggende vallei onder water gezet kan hebben.

Wanneer deze oeverbanken ontstaan zijn, en of men aan moet nemen, dat de tijd van hare wording terugreikt tot in het diluviale tijdperk, is, zonder meer naauwkeurige waarnemingen, niet te zeggen. Bestaan de uitgegroefde voormalige meeroevers uit vasten steen, dan moeten er eeuwen mede gemoeid zijn geweest, om deze banken te vormen; is het daarentegen de verweerde oppervlakte alleen, waarin de banken zijn uitgesneden, dan kan dit in betrekkelijk korten tijd zijn geschied. Niet onmogelijk is het zelfs dat in deze vallei een meer heeft gestaan, terwijl, omstreeks het jaar dertienhonderd, de Brahminen hunne eerdienst uitoefenden in de tempels, waarvan de bouwvallen in de vlakte van Diëng en op den hoogen rotsrand van de Prahoe te vinden zijn. In de vallei zelve schijnen althans geene hindoesche tempels voor te komen.

Ik moet ten slotte nog doen opmerken, dat deze oeverbanken geenszins een op zich zelf staand feit zijn, evenmin als de Schotsche parallel roads. Vooral sedert de waarnemingen van HITCHCOCK, heeft men zeer algemeen dergelijke oeverbanken leeren opsporen, gelijk ik er in 1859 onder anderen ook aan de oevers van de Maas en den IJssel heb aangewezen *).

---

*) Zie Verslagen en Mededeelingen d. K. A. v. W., Afd. Natuurk. Dl. X. blads. 105.

WAARNEMINGEN

OMTRENT

EEN MERKWAARDIGEN VUURBOL,

VOLBRAGT AAN DE STERREWACHT TE LEIDEN,

EN MEDEGEDEELD DOOR

F. KAISER.

In den nacht tusschen den 13^{den} en 14^{den} November dezes jaars volbragt de Heer A. VAN HENNEKELER, Observator aan de sterrewacht alhier eenige waarnemingen omtrent eenen vuurbol, die mij belangrijk genoeg voorkomen, om aan de Koninklijke Akademie van Wetenschappen medegedeeld en door hare *Verslagen en Mededeelingen* ter algemeene kennis gebragt te worden. Vuurbollen, hoe raadselachtig zij nog wezen mogen, zijn geenszins zeldzame verschijnselen. ARAGO vermeldt in zijne *Astronomie populaire* meer dan achthonderd vuurbollen, die zich in vroegeren en lateren tijd openbaarden en COULVIER-GRAVIER heeft in den tijd van twaalf jaren niet minder dan 168 van die lichten waargenomen. De waarnemingen omtrent vuurbollen eindigden echter, bijna altijd, met het oogenblik, waarop hun heldere licht werd uitgebluscht. Zeer dikwijls vindt men vermeld, dat zich gedurende eenigen tijd eene lichte streep aan den hemel openbaarde, over den weg, dien de vuurbol had afgelegd, maar nagenoeg nimmer vindt men iets medegedeeld, omtrent hetgeen van den vuurbol zelven was geworden, nadat zijn helder licht was uitgebluscht. Onder al de vuurbollen, door ARAGO ver-

verwerven en alleen de 9de November had eenige heldere uren gegeven. Op den 13^{den} Nov. was de wind oostelijk geworden en verkregen wij onverwacht eene heldere lucht, waarvan met ernst moest worden gebruik gemaakt. Ik zelf was, van vijf ure tot tien ure des avonds, met het uitmeten van dubbele sterren bezig geweest, maar vond, bij een schijnbaar zeer schoon weder, de lucht zoo heviglijk golvende, dat ik, na eene langdurige vruchtelooze afmatting, de metingen als onmogelijk moest opgeven. De Heeren KAM en VAN HENNEKELER zetteden hunne waarnemingen voort, tot laat in den nacht, hoezeer het misschien beter zoude zijn die te staken, als de lucht zoo geweldig onrustig is, maar zij werden daardoor in staat gesteld tot de waarneming van het verschijnsel, dat mij, arbeidende in mijn studeervertrek, is ontgaan. De Heer VAN HENNEKELER, bekend met de overspanning waarin ik mijn leven moet doorbrengen, maakte zwarigheid om mij te storen, maar ik zoude mijne werkzaamheden toch gaarne eenigen tijd hebben ter zijde gesteld, om van het verschijnsel ooggetuige te zijn. Onder de strenge en stelselmatige waarnemingen, die aan de sterrewacht te Leiden volbragt worden, waarbij men telkens met inspanning zijne aandacht op een klein plekje van den hemel moet vestigen, kan men ligtelijk een verschijnsel ontgaan, dat zich elders openbaart; maar die snel voorbijgaande verschijnselen betreffen ook den eigenlijken sterrekundige niet. De Heer VAN HENNEKELER zoude vermoedelijk van het verschijnsel niets bemerkt hebben, indien het de plek des hemels niet had verlicht, waar de komeet van BIELA door hem werd opgespoord.

Ik laat hieronder het berigt van den Heer VAN HENNEKELER, omtrent zijne waarneming, volgen, zoo als ik het van ZijnEd. ontvangen heb.

Leiden, 22 Nov. 1865. F. KAISER.

Nadat gedurende eenige achtereenvolgende avonden de luchtsgesteldheid niet had toegelaten, de komeet van BIELA op te sporen, bood zich eindelijk in den avond van den 13den November ll. eene zeer geschikte gelegenheid daartoe aan. De lucht was prachtig helder; geen maanlicht en geen wolkje vertoonde zich op dien avond aan den hemel. Slechts een koude, stevige N. O. wind maakte het waarnemen minder aangenaam. In de veronderstelling, dat de Ephemeride, door CLAUSEN van genoemde komeet bezorgd, vrij naauwkeurig zou zijn, zocht ik de komeet eerst, gedurende een' geruimen tijd, met den 6 duims Refractor; doch te vergeefs. Daar dit zoowel aan de mindere naauwkeurigheid der Ephemeride, als aan de lichtzwakte der komeet kon liggen, besloot ik met den grootsten, alhier op de observatie-zaal aanwezigen, voortreffelijken kometenzoeker eene grootere omgeving te onderzoeken van de plaats, die de komeet volgens de genoemde Ephemeride moest innemen. Toen ik hiermede eenigen tijd, ook zonder gunstig gevolg, was bezig geweest, werd ik verrast door een schitterend licht, hetwelk mij toescheen uit het Oosten te komen. Onmiddellijk rigtte ik de oogen daarheen, en vond als oorzaak van het licht een' vuurkogel, in de nabijheid van de ster ϱ *Leonis.* De komeet zocht ik in het Zuid-Westen; het gelaat had ik daarbij gerigt naar het Zuid-Oosten. De kometenzoeker is namelijk door Prof. KAISER voorzien van een prisma, waardoor de lichtstralen in het oog treden in eene horizontale rigting, loodregt op die, waarin zij het ongewapend oog zouden treffen. Het veld van den kometenzoeker werd door het verschijnsel verlicht, doch veel sterker trof mij het licht, dat, uit het Zuid-Oosten komende, op mij den indruk maakte, dat het in het Oosten zijn oorsprong moest hebben. — Op het oogenblik, waarin ik het eerst den kogel in het gezigt kreeg, stond hij reeds onbewegelijk stil, boven de genoemde ster, op een' afstand

van ruim een' halven graad van deze verwijderd. De rigting, in welke de kogel daar gekomen is, heb ik dus niet kunnen waarnemen. Oordeelende naar den indruk, dien ik van het licht ontving, komt mij het waarschijnlijkst voor de rigting van het Zuid-Oosten naar het Oosten. De kogel bestond uit twee onderscheidene deelen: eene roode, schijfvormige kern, die een schitterend licht verspreidde en eene grootte had gelijk aan die van Mars, in zijn gunstigsten stand gezien; het andere deel was een scherp begrensd, zwakker lichtend, doch veel uitgebreider omhulsel van d kern. Het geheel had kennelijk eene langwerpige gedaante. De langste diameter stond ongeveer loodregt op de rigting van den horizon en had naar schatting eene lengte van omstreeks 20′. Gedurende eenige secunden bleef de kogel onbewegelijk staan, terwijl zijne lichtsterkte merkbaar verminderde. Daarna loste hij zich eensklaps in eene compacte nevelmassa op. Ofschoon ik er op voorbedacht was, bij deze verandering eenig geluid te zullen hooren, vernam ik evenwel niets, dat naar geluid zweemde. Deze nevelmassa was, met het ongewapend oog gezien, niet duidelijk begrensd; ook liep zij niet vloeijend uit; haar voorkomen was eenigzins korrelig. Hare gedaante was weder langwerpig, doch nu in eene rigting loodregt op die, waarin de kogel scheen uitgerekt; de langste diameter liep evenwijdig aan den horizon. De ruimte die zij innam, schatte ik op een' halven graad. De lichtintensiteit was over de geheele massa vrij eenparig en wel veel zwakker dan die van 't omhulsel bij den kogel, doch groot genoeg om terstond het verschijnsel als iets zeer bijzonders in het oog te doen vallen. Volgens den in de nabijheid staanden chronometer van KNEBEL teekende ik nu den tijd aan, schoon in der haast, slechts in volle minuten; deze gereduceerd op middelbaren tijd te Leiden, geeft 13 Nov. $12^u\ 48^m$ voor het tijdstip, waarop de nevelmassa, nog slechts weinige secunden geleden, was ontstaan. Tot mijne groote verwondering

verdween de nevelmassa niet onmiddellijk, maar bleef zij zich nagenoeg op dezelfde plaats boven *ρ Leonis* vertoonen. In allerijl rigtte ik den bovengenoemden kometenzoeker op haar, en toen zag ik daarin het vreemde verschijnsel, dat zoo getrouw mogelijk is voorgesteld door figuur *a*. Het bestond hoofdzakelijk uit twee, in gelijke rigting zich uitstrekkende, en nagenoeg even breede takken, die door zigzagvormige randen scherp begrensd en met donkere vlekken bezaaid waren. Aan het eene einde liepen deze takken uit in een korrelig lichter gekleurd hoofd, terwijl zij aan het andere einde zacht ineenvloeiden. De ruimte, die tusschen de twee takken open bleef, was even breed en vertoonde gelijke donkere vlekken, als de takken zelve. De steeds zwakker wordende ineenvloeijing der takken, in haar beloop, met den kometenzoeker volgende, zag ik aan het spits toeloopende uiteinde van 't geheele verschijnsel eene zwarte stip, die zich in eene regte lijn voortbewoog. Om mij te overtuigen, of de geheele massa in deze beweging deelde, keerde ik terug tot de takken en bevond, dat werkelijk alles zich in dezelfde rigting van het Zuiden naar het Noorden langzaam en zonder schokken verplaatste. Ter bepaling van de afmetingen van het verschijnsel, bediende ik mij van den diameter van het veld des kometenzoekers als maatstaf. Daarmede bevond ik de lengte van het geheele verschijnsel, van het hoofd tot aan de donkere stip, gelijk aan ruim 3 graden. Van het hoofd tot aan de ineenvloeijing der beide takken was de lengte 2 graden. De breedte van elk der beide takken vond ik, naar schatting, gelijk aan ruim 10 boogminuten. De lichtsterkte der beide takken, die eerst bij hunne ineenvloeijing begon te verzwakken, was niet zeer groot; ik kon haar niet vergelijken bij die van eenig hemellicht, om het verschil in kleur. Deze was bij de takken vuil aschgraauw. Bij 't eerste gezigt riepen zij mij de zoogenaamde slangen van Pharao of chemische slangen voor

den geest; met uitzondering van de randen hadden zij in kleur en voorkomen veel overeenkomst met deze. Het ineengevloeid gedeelte der takken geleek treffend op een scherp begrensden kometenstaart Nadat ik het verschijnsel gedurende een paar minuten naauwlettend gevolgd had, en ik geene veranderingen, behalve de genoemde langzaam voortgaande beweging daarin kon bespeuren, haastte ik mij den Heer KAM, die met Meridiaan-waarnemingen bezig was, te roepen, ten einde hem op het vreemde verschijnsel opmerkzaam te maken. In dien korten tusschentijd, van naauwelijks ééne minuut, had echter eene groote verandering plaats gegrepen. Met het ongewapend oog was nog steeds de korrelige nevelmassa duidelijk zigtbaar in de nabijheid van *ϱ Leonis*. Hare helderheid maakte haar zelfs zoo zeer in het oog vallend, dat ik den Heer KAM slechts onbepaald naar het Oosten behoefde te wijzen, om hem terstond het voorwerp als iets zeer ongewoons daar ter plaatse te doen opmerken. Het scheen mij evenwel toe, minder compact en minder helder te zijn geworden. Beiden maakten wij de opmerking, dat het, bij een' weinig grooteren omvang en grootere lichtsterkte, veel overeenkomst vertoonde met de niet ver van daar verwijderde kribbe in den *Kreeft*. Niet de geringste overeenkomst had het met een wolkje. In den kometenzoeker loste de massa zich nu op in twee langwerpige, scherpbegrensde, witte nevelwolken, die niet veel in gedaante en grootte verschillende, zich in nagenoeg evenwijdige rigting boven elkander uitstrekten. Zij vloeiden aan het eene einde zacht ineen; en hierbij ging de horizontale rigting der beide wolken, met eene vrij scherpe bogt, over in eene rigting, die met de horizontale een hoek maakt van omstreeks 45°. Figuur *b* stelt het verschijnsel aldus voor, zoo als de Heer KAM en ik het nu met den kometenzoeker zagen. De zwarte stip, welke ik terstond aan den Heer KAM wilde toonen, was niet meer te onderscheiden. De lichtsterkte was bij beide wolken

vrij wel gelijk en gelijkmatig over hare oppervlakte verspreid. Na hare ineenvloeijing nam de intensiteit eenparig af, zoodat het spitse uiteinde naauwelijks merkbaar was. Het geheel had nu eene lengte van ruim 4 graden en ook de breedte was aanmerkelijk toegenomen. De gedaante der wolken onderging telkens geringe veranderingen. Zelfs zwakke sterren zagen wij duidelijk door de massa heen. Terwijl zij zich steeds in dezelfde rigting rustig bleef voortbewegen, meenden wij ook eene schommelende beweging bij haar waar te nemen; daar echter in dien nacht de lucht hevig unduleerde, zal de schommelende beweging welligt dit unduleeren tot oorzaak gehad hebben. Te 13^u. 13^m. middelb. tijd Leiden, was de massa, volgens schatting, op de helft gekomen van den afstand tusschen ϱ en θ *Leonis*. Met het bloote oog was toen nog weinig verandering in het voorkomen te bespeuren; slechts was de helderheid merkbaar veranderd. Figuur *c* toont het verschijnsel, zoo als het, op dat tijdstip, zich in den kometenzoeker vertoonde. De twee wolken besloegen eene kleinere oppervlakte en hadden een meer streperig aanzien verkregen. De ineenvloeijing was reeds zoo zwak geworden, dat zij niet meer te onderscheiden was. De voortgaande beweging werd intusschen sneller en hiermede ging eene snellere vermindering in lichtsterkte gepaard. Spoedig had de massa θ *Leonis* bereikt, doch was nu ook zoo lichtzwak geworden, dat ik haar met den kometenzoeker nog slechts met inspanning in 't oog kon houden. De beide wolkjes hadden zich in eene menigte strepen opgelost, die steeds dezelfde evenwijdige rigting onder elkander behielden; achtereenvolgens verdwenen deze, totdat ik geene enkele meer van haar kon onderscheiden. Met het ongewapend oog liet het verschijnsel zich langer volgen. Zoo zag ik het nog vrij duidelijk toen het te 13^u. 24^m. midd. tijd Leiden, gedeeltelijk met θ *Leonis* zamenviel en gedeeltelijk onder deze ster heentrok. Slechts een paar minuten later even-

wel was het verschijnsel reeds zoo verflaauwd, dat ik het, ook met het ongewapend oog, in zijne beweging niet verder volgen kon.

Uit de aangegevene tijdstippen blijkt, dat ik het ongewone verschijnsel gedurende ruim 36 minuten heb waargenomen. Door middel van de bekende plaatsen der sterren ϱ en θ *Leonis* kon ik de lengte berekenen van den weg, dien het verschijnsel in die 36 minuten heeft afgelegd. Bij die berekening heb ik aangenomen, dat de nevelmassa, bij haar ontstaan te 12^u 48^m, in den declinatie-cirkel van ϱ *Leonis* en 32 boogminuten boven deze ster stond, zoodat ik voor de plaats, die het verschijnsel toen innam, verkreeg R. Opkl. $10^u. 25^m. 7$, Noord-pools-afstand 79° 28′. Voor het tijdstip, waarop het verschijnsel met θ *Leonis* zamenviel, kon ik zijne plaats ontleenen aan die van deze ster; te $13^u. 24^m.$ had alzoo het verschijnsel eene R. Opkl. gelijk aan $11^u. 7^m. 2$ en een Noord-pools-afstand gelijk aan 73° 50′. Met deze gegevens vond ik, voor het gedeelte van den afgelegden weg, dat ik naauwkeurig kon volgen, eene lengte van 11° 37′. De eerste helft van dezen weg werd doorloopen in 25 minuten, de andere in 11 minuten. De beweging van het verschijnsel was dus schijnbaar zeer versnellende.

Meer belangrijke bijzonderheden omtrent de eigenlijke loopbaan en het wezen van het verschijnsel zouden eerst uit eene verbinding van bovengemelde waarnemingen met eene gelijktijdige waarneming, op eene van hier verwijderde plaats, kunnen worden afgeleid.

Omtrent de bijgevoegde figuren moet ik doen opmerken, dat zij slechts dan juiste afbeeldingen van het verschijnsel zijn, als men zich voorstelt, dat de grond, waarop zij geteekend zijn, donker is, en wel zoodanig, dat de zwarte stip aan het einde van figuur *a*, nog duidelijk daarop te voorschijn treedt.

A. VAN HENNEKELER.

Leiden, 22 Nov. 1865.


a
b.
c.

EENIGE OPMERKINGEN

OMTRENT DE

PERIODIEKE FOUTEN

VAN

MIKROMETER-SCHROEVEN,

NAAR AANLEIDING VAN DE JONGSTE ONDERZOEKINGEN AAN DE STERREWACHT TE LEIDEN.

DOOR

F. KAISER.

Toen de verrekijkers nog naauwelijks aan de bevordering der sterrekunde waren dienstbaar gemaakt, bedacht men hulptoestellen, waardoor die werktuigen konden dienen tot het uitmeten van voorwerpen des hemels, die, voor ons oog, eene slechts geringe ruimte innemen. Reeds in het jaar 1640, en dus een aantal jaren voor dat HUYGENS *) de spits toeloopende plaatjes bekend maakte, waarmede sommige planeten door hem werden uitgemeten, volbragt de Engelsche edelman GASCOIGNE †) een aantal metingen omtrent hemellichten, met behulp van eenen, door hem bedachten, zoogenaamden *mikrometer*, die in zijn beginsel geheel en al overeenkomt met de volkomenste mikrometers van den tegenwoordigen tijd Dat werktuig bestond uit twee, aan elkander evenwijdig loopende, staafjes, die in het gemeenschappelijk brandpunt van voorwerpglas en ooglas eens kijkers waren aangebragt en wier

*) CHRISTIANI HUGENII *Systema saturnium*, *Hagae-Comitis*, 1659, blz. 80.
†) *Phil. Transactions*, No. 25, bladz. 457 en *Abridg.* vol. I, bladz 540.

onderlinge afstand zich, door eene schroef, liet wijzigen. Men moest de ruimte tusschen die staafjes met de schijnbare grootte van het voorwerp, dat men meten wilde, doen overeenkomen en die ruimte werd gemeten door de omwentelingen der schroef, waarmede de staafjes werden bewogen. Reeds HOOKE stelde voor, de staafjes door draden te vervangen *), en nadat de mikrometer van GASCOIGNE allengs groote verbeteringen had ondergaan, werd hij, in de handen van FRAUNHOFER, een der meest volkomene sterrekundige werktuigen; maar hij ontleent zijne hooge voortreffelijkheid hoofdzakelijk aan het denkbeeld, van GASCOIGNE herkomstig, om de schroef zelve als maatstaf aan te wenden. Men heeft een aantal werktuigen bedacht, die den naam van *mikrometers* dragen en, voor zoo ver die werktuigen van beteekenis zijn, bij den tegenwoordigen toestand der sterrekunde, zijn zij alle toegerust met eene schroef, die den maatstaf uitmaakt, waarmede gemeten wordt.

Reeds sedert lang heeft men schroeven gebruikt, ook voor het onderverdeelen van bogen, bij cirkelvormige sterrekundige meetwerktuigen. Het is altijd onmogelijk geweest en het zal wel altijd onmogelijk blijven, den cirkel van een sterrekundig werktuig zoo fijn en zoo uitvoerig te verdeelen, dat zich daarop de gemeten hoek onmiddellijk laat aflezen, met al de scherpte, waarmede men dien kennen moet, en in hoeveel gelijke deelen de omtrek van eenen cirkel worde verdeeld, men zal altijd tusschenruimten behouden, wier onderverdeeling bijzondere hulpmiddelen vordert. Om aan dit bezwaar te gemoet te komen, bedacht NUNEZ †), omstreeks het midden van de zestiende eeuw, zijne talrijke concentrieke cirkels, wier omtrekken in verschillende aantallen gelijke deelen waren verdeeld

---

*) *Phil. Transactions*, N°. 29, bladz. 540.

†) PETRI NONII *Salaciensis De crepusculis etc. Conimbricae*, 1573.

maar wier vervaardiging veel te omslagtig was om bijval te kunnen vinden. Een beter lot verdiende en verwierf zich de onderverdeeling door diagonalen, die het eerst, in het jaar 1573, door DIGGES *) werd beschreven, maar die weder billijkerwijze werd verdrongen door den vernuftigen hulpboog, dien VERNIER (WERNER) †) in het jaar 1631, het eerst bij een quadrant heeft aangebragt, en dien wij gewoon zijn, wederregtelijk, naar NUNEZ, een *nonius* te noemen. De zoogenaamde noniën hebben aan de sterrekunde onberekenbare diensten bewezen en zij zijn voor kleinere werktuigen, zoo als de zeevaart die behoeft, onontbeerlijk gebleven.

De snelle vooruitgang der sterrekunde, na den tijd harer hervorming, deed aanhoudend eene behoefte aan verbeterde werktuigen ontstaan en toen, ook bij de volstrekte plaatsbepaling van hemellichten, een deel van eene boogssecunde als eene belangrijke grootheid beschouwd moest worden, konden de noniën niet meer aan de eischen der sterrekunde voldoen. Toen de metingen in de sterrekunde nog ver verwijderd waren van de tegenwoordige naauwkeurigheid te bezitten, scheen men zich reeds over het gebruik van noniën te bezwaren en meer van schroeven te verwachten. Zoo heeft reeds HOOKE, de tijdgenoot van NEWTON §), voor het onderverdeelen des boogs van een zijner werktuigen, eene schroef aangewend, en in het jaar 1714 voerde LOUVILLE **) de onderverdeeling des boogs door eenen, in den kijker aangebragten, schroefmikrometer in, waarvan men zich in Frankrijk gedurende een' geruimen tijd bediende. BIRD, wien, in het begin der verle-

*) THOMAS DIGGES, *Alae seu scalae mathematicae. Londini*, 1573.

†) PIERRE VERNIER, *La construction, l'usage et les propriétés du cadran nouveau. Bruxelles*, 1631.

§) W. PEARSON, *Practical Astronomy*, Vol. II. bl. 95.

**) *Astronomie par* M. DE LA LANDE, Art. 2366.

dene eeuw, de vervaardiging van een tweede quadrant voor de sterrewacht te Greenwich was opgedragen, gaf, bij dit en zijne overige werktuigen, voor het onderverdeelen van kleine bogen, aan eene schroef boven eenen nonius de voorkeur *). De tangentiaalschroef, waardoor de wijzer zijne fijne beweging verkreeg, diende voor het uitmeten van den afstand des wijzers tot de naastbijgelegene streep der verdeeling en was met eenen verdeelden trommel toegerust, geheel en al met dien der hedendaagsche mikrometers overeenkomende.

De uiterste scherpte bij het aflezen van verdeelingen werd eerst bereikt, nadat de mikroskopen, met schroefmikrometers voorzien, waren ingevoerd. Het denkbeeld om een mikroskoop op de verdeeling te rigten en den afstand tusschen den wijzer en de naaste deelstreep te meten, door eenen schroef-mikrometer, die tusschen de glazen des mikroskoops is aangebragt, schijnt het eerst bij den Hertog DE CHAULNE †) te zijn opgerezen, die, reeds in het jaar 1768, zijne verdeelmachine met zulke mikrometer-mikroskopen had toegerust. RAMSDEN, die, onafhankelijk van den Hertog, op hetzelfde denkbeeld schijnt te zijn gekomen, vervaardigde mikrometer-mikroskopen in eene hooge volkomenheid en bediende zich van die hulpmiddelen om zijne verdeelmachine te volmaken §). Het groot aequatoriaal, door hem voor Sir SHUCKBURGH vervaardigd en in het jaar 1791 voltooid **), en de wereldberoemde vertikaal-cirkel van RAMSDEN, waarmede PIAZZI te Palermo in het jaar

---

*) W. PEARSON, *Practical Astronomy*, vol II. bl. 96. I. BIRD, *The method of constructing mural quadrants. London*, 1768.

†) DE CHAULNE, *Sur quelques moyens de perfect. les instr. d'ast. Paris*, 1765, en *Duc* DE CHAULNE'S *Neue Art. math. und astr. Instrumente abzutheilen. Uebersetzt von* J. S. HALLE. *Berlin*, 1788.

§) *Phil. Trans.* 1793, Part I, pag 134 en vervolg.

**) *Phil. Trans.* 1793, Part I, pag. 67.

1792 zijne waarnemingen aanving *), waren toegerust met mikrometer-mikroskopen, die in hunne zamenstelling niet of naauwelijks van de hedendaagsche verschillen. In het begin van deze eeuw verkregen alle grootere Engelsche sterrekundige werktuigen zoogenaamde aflezings-mikroskopen, in plaats van noniën, en ongetwijfeld zoude men de noniën algemeen hebben verbannen, indien REICHENBACH, uit wiens wereldberoemde werkplaats, in het begin dezer eeuw, de meeste rijken van Europa hunne sterrekundige werktuigen ontboden, bij zijne bewonderenswaardige, in elkander grijpende, cirkels, de noniën niet behouden had. Overal, waar nog meridiaan-cirkels worden gebruikt, die door REICHENBACH of zijne eerste opvolgers geleverd zijn, heeft men nu echter de noniën dier werktuigen door aflezings-mikroskopen vervangen. De hooge voortreffelijkheid van aflezings-mikroskopen boven noniën, die vroeger wel eens betwijfeld werd, is nu zoo algemeen erkend †), dat geen kunstenaar het meer in zijne gedachte zal krijgen, aan een hoofdwerktuig der sterrekunde noniën te geven, en reeds sedert jaren heeft men zelfs draagbare werktuigen, die meer voor geodetische dan voor sterrekundige metingen bestemd zijn en wier cirkels middellijnen hebben, die niet of naauwelijks de lengte van de menschelijke hand evenaren, met aflezings-mikroskopen toegerust.

Bij de uitoefening der tegenwoordige sterrekunde worden alle fijne metingen door middel van schroeven volbragt en schroeven moeten daarom ook als de gewigtigste deelen der hedendaagsche sterrekundige werktuigen beschouwd worden. Het is zonderling, dat men gedurende vele jaren gemeten heeft, door middel van schroeven, zonder zich over hare

*) De schoonste afbeelding van dit werktuig vindt men in het tweede deel van PEARSON's *Practical Astronomy*.

†) Men zie daarover onder anderen: BESSEL, *Königsb. Beob.* 1821, bl. 8, en LAMONT, *Jahres-Bericht*, 1852 bl. 20.

natuurlijke gebreken te bezwaren, terwijl men zich toch ligtelijk had kunnen overtuigen, dat schroeven met eene naauwelijks geloofelijke naauwkeurigheid vervaardigd moeten zijn, om aan de eischen der sterrekunde te kunnen beantwoorden. In den tegenwoordigen tijd verontrust men zich, ook bij de volstrekte plaatsbepaling van hemellichten, over verschillen van een paar tiende deelen eener secunde en brengt men grootheden in rekening, die het tiende deel eener secunde niet bereiken. De cirkels der meridiaan-werktuigen hebben thans gewoonlijk eene middellijn van omtrent eene Ned. el en, op den rand van zulk eenen cirkel, wordt door een tiende deel van eene secunde eene ruimte van niet meer dan een vijfduizendste deel van eene Ned. streep ingenomen. Door de schroeven der aflezings-mikroskopen wordt wel niet onmiddellijk de tusschenruimte tusschen twee strepen van den verdeelden rand, maar het eenige malen vergroote beeld van die tusschenruimte uitgemeten; doch men ziet, dat thans de fout eener schroef niet verwaarloosd zoude mogen worden, al bedroeg die, in zich zelve, niet meer dan een paar duizendste deelen van eene Ned. streep. Ramsden heeft een zeer vernuftig middel bedacht, om schroeven van eene hooge volkomenheid te vervaardigen *) en de meest beroemde kunstenaars van lateren tijd, waaronder ook fraunhofer, hebben zich op de vervaardiging van volkomene schroeven toegelegd, maar een paar voorbeelden zijn toereikende om aan te toonen, dat zelfs de meest volkomene schroeven van den tegenwoordigen tijd nog tot zeer aanzienlijke fouten kunnen leiden. De beroemde heliometer van bessel, het meesterstuk van fraunhofer, waarmede ook de parallaxen van vaste sterren bepaald zouden worden, van welke men wist, dat zij

*) J. ramsden, *Description of an Engine for dividing Mathematical instruments. London*, 1777.

niet meer dan een klein deel eener secunde konden bedragen, heeft eene schroef, waarvan de fouten, bij eenen straal van omtrent drie ellen, tot niet minder dan drie tiende deelen eener secunde opklimmen *). Bij het keurig universaal-instrument van REPSOLD, bestemd voor de geographische dienst in Oost-Indië, dat het meten van hoeken, althans op eene secunde na, scheen toe te laten, vond de Heer OUDEMANS fouten van vijftien secunden, die alleenlijk uit de onvolkomenheid der schroeven voortvloeiden †). Toen dat werktuig, bij eene herstelling, op verlangen van den Heer OUDEMANS, door REPSOLD zelven van betere schroeven was voorzien, hadden deze nog fouten, die tot acht secunden bedroegen §). Dat de schroeven der aflezings-mikroskopen, bij de tegenwoordige meridiaan-werktuigen, nog geenszins volkomen zijn, kan, onder anderen, ook daaruit blijken, dat de fouten van eene der mikrometer-schroeven, voor weinige jaren, door REPSOLD, aan den Meridiaan-cirkel te Altona toegevoegd, naar het onderzoek van den Heer PAPE, tot eene volle secunde opklimmen **)

BESSEL, die, in de praktische sterrekunde, het beginsel invoerde, dat de fouten der werktuigen steeds te groot zijn voor de scherpte, die zij bij de waarnemingen gedoogen en dat de sterrekundige de fouten zijner werktuigen of vereffenen, of bepalen en in rekening brengen moet, wees ook eenen weg aan, die tot de naauwkeurige kennis van de fouten eener schroef kan leiden Hij handelde over dit onderwerp het eerst in het belangrijke werk, waarin hij de

---

*) F. W. BESSEL, *Astron. Untersuchungen*, *Königsberg* 1841. Band I. bl. 83.

†) *Beschrijving en afbeelding van een Universaal-instrument van* REPSOLD, *door* Dr. J. A. C. OUDEMANS, bl. 23.

§) *Verslag van de geographische dienst in Nederlandsch-Indië over Jan.* 1858 *tot April* 1859. *Door* Dr. J. A. C. OUDEMANS. *Batavia*, 1860, bl. 69.

**) *Astron. Nachr.* Band 50, bl. 352.

maatregelen verklaarde, door hem genomen, om de eenheid der lengte maten in het koningrijk Pruisen op eenen vasten voet te brengen en hij ontwikkelde daarin eene wiskundige theorie, die door hem op het onderzoek van drie schroeven werd toegepast *). Op die theorie kwam BESSEL terug, bij het onderzoek van den grooten heliometer, en hij toonde aan, hoe de fouten eener schroef zich, naar zijne theorie, naauwkeurig laten bepalen en, ook zonder bepaald te zijn, zich door eene vereeniging van metingen laten vereffenen †). Meer regtstreeks, maar misschien op eene eenigzins minder veilige wijze, bepaalde PETERS de fouten der schroeven van de vier aflezings-mikroskopen, behoorende tot den vertikaal-cirkel van ERTEL, aan de Sterrewacht op den Pulkowa §). Naar eene uitbreiding der theorie van BESSEL, bepaalde de hoogstverdienstelijke en te vroeg overledene PAPE, in het jaar 1859 **) de fouten der schroeven van de aflezings-mikroskopen, waarvan REPSOLD kort te voren den Meridiaan-cirkel te Altona had voorzien. KRÜGER onderzocht, in het laatstgenoemde jaar, de schroef des heliometers te Bonn ††), na het volbrengen der metingen, die eene nieuwe bepaling van de parallaxis der dubbele ster *p Ophiuchi* moesten geven. Al die schoone voorbeelden hebben bewezen, dat, bij den tegenwoordigen toestand der sterrekunde, de fouten ook der volkomenste schroeven niet verwaarloosd mogen worden, en het is daarom bevreemdend, dat zij geene algemeene navolging hebben gevonden. Het

---

*) F. W. BESSEL, *Darstellung der Untersuchungen und Maassregeln, welche durch die Einheit des Preussischen Längenmaasses veranlasst worden sind. Berlin*, 1839, bl. 24 en 59.

†) F. W. BESSEL, *Astron. Untersuchungen. Königsb.* 1841. Band I. bl. 75 en 85.

§) *Recueil de Mémoires des Astronomes de l'Observatoire central de Russie. St. Pétersbourg*, 1853. Vol. I. bl. 71.

**) *Astr. Nachr.* Band 50. bl. 343.

††) *Astr. Nachr.* Band 51. bl. 157.

onderzoek van eene schroef is een inspannende, langwijlige en vervelende arbeid, maar omdat de noodzakelijkheid daarvan werd erkend, was eene der eerste verrigtingen aan de nieuwe sterrewacht te Leiden, het onderzoek van het negental mikrometer-schroeven, die bij den meridiaan-cirkel aldaar voorkomen; en dit was reeds voor een paar jaren, door den Heer Dr. N. M. KAM, met de uiterste zorgvuldigheid volbragt.

Bij eene mikrometer-schroef is de afstand tusschen twee harer aan elkander grenzende draden de eenheid, waartoe de meting met die schroef wordt herleid. Door het omdraaijen van de schroef wordt een deel des werktuigs verplaatst en dat deel verplaatst zich, bij eene geheele omwenteling der schroef, juist zoo veel, als de onderlinge afstand harer draden bedraagt. Aan het werktuig is veelal eene schaal met eenen wijzer aangebragt, waarop de volle omwentelingen der schroef kunnen worden afgelezen, terwijl een uiteinde der schroef altijd eenen trommel draagt, wiens omtrek in een aantal gelijke deelen is verdeeld en waarop de onderdeelen van eene omwenteling zich laten aflezen. De verplaatsingen, die aan de schaal en den trommel worden afgelezen, moeten volkomen evenredig zijn aan de werkelijke verplaatsingen, die de schroef te weeg brengt of ondergaat. Daartoe is het noodig dat de draden der schroef, over hare geheele lengte, even ver van elkander verwijderd zijn en dat zij bovendien, over eene platte vlakte ontrold, regte lijnen worden. Men kan ligtelijk onderzoeken of aan de eerstgenoemde voorwaarde is voldaan, door eene ruimte, die met den afstand der schroefdraden overeenkomt, aan de verschillende deelen der schroef te meten. Zijn de ontrolde schroefdraden kromme lijnen, dan zal men, de aflezing evenredig aan de verplaatsing stellende, eene fout begaan, die zich niet zoo ligtelijk laat bepalen, die veranderlijk is met de aflezing van den trom-

mel, maar bij dezelfde aflezing van den trommel tot hetzelfde bedrag terugkeert en daarom de *periodieke* fout der schroef genoemd wordt. Is de periodieke fout onmerkbaar, dan zal men dezelfde uitkomsten vinden, bij het meten van eene ruimte, die niet een veelvoud van den afstand der schroefdraden is, onverschillig aan welk punt der schroef men de meting aanvangt. Vindt men, bij verschillende aanvangspunten, verschillende uitkomsten, zoo laten zich daaruit de periodieke fouten der schroef afleiden.

Bessel nam, bij zijne theorie der schroeven, aan, dat hare periodieke fouten zich laten voorstellen door de algemeene periodieke functie:

$\alpha\, Cos.\, u + \beta\, Sin.\, u + \alpha'\, Cos.\, 2\, u + \beta'\, Sin.\, 2\, u +$ enz. ...(1);

waarin α, β, α', β' enz. coëfficiënten zijn, die door de waarneming moeten worden bepaald en u de aflezing van den trommel, in graden herleid. Door de genoemde periodieke functie kunnen, als men zich over het getal harer termen niet bekommert, alle veranderlijke grootheden worden voorgesteld, die regelmatig tot hetzelfde bedrag wederkeeren; maar, bij de praktische aanwending der functie, moet men zich bij de eerste termen bepalen, hoezeer ook de volgende merkbaar kunnen zijn, indien de grootheid zich op eene zeer onregelmatige wijze verandert. Bessel nam alleen de vier eerste termen der functie aan, maar er is naauwelijks aan te twijfelen, dat, bij sommige schroeven, ook termen, die sinussen en cosinussen der hoogere veelvouden van u bevatten, tot een merkbaar bedrag opklimmen.

De coëfficiënten α, β, α' en β' laten zich, naar het voorschrift van bessel, op de volgende wijze bepalen. Eene lengte-ruimte, die wij f zullen noemen en die geen veelvoud van den afstand der schroefdraden wezen mag, wordt door de schroef, aan verschillende deelen van haren omtrek, uitgemeten en wel zoodanig, dat de punten van uitgang eenparig over haren omtrek en dus ook over den omtrek

van den trommel verdeeld zijn. Het onderzoek is alzoo niet mogelijk, ten zij de lengte, die gemeten moet worden, zich in de rigting van de as der schroef laat verplaatsen en hare meting naauwkeurig bij een willekeurig punt van den trommel kan worden aangevangen. Noemt men het punt van de verdeeling des trommels, van waar men uitgaat, u en het punt des trommels, waar de meting eindigt, u', zoo zoude $u'-u$ altijd met f overeenkomen, indien de schroef geene periodieke fouten had, en men heeft in het algemeen:

$$f = u'-u+\alpha(Cos.\,u'-Cos.\,u)+\beta\,(Sin.\,u'-Sin.\,u)$$
$$+\,\alpha'(Cos.\,2u'-Cos.\,2u)+\beta'(Sin.\,2u'-Sin.\,2u)\ldots.(2)$$

Zijn de aanvangspunten talrijk en eenparig over den omtrek des trommels verdeeld, dan zal het midden uit de uitkomsten, voor $u'-u$ verkregen, op zeer weinig na, met f moeten overeenkomen en, nademaal de grootheden α, β, α' en β' zeer klein zijn, zal men, in hare coëfficiënten, $u'-u$ met f mogen verwisselen. Men mag alzoo in de voorgaande vergelijking $Cos.\ (u+f)$, $Sin.\ (u+f)$ enz. voor $Cos\ u'$, $Sin.\ u'$ enz. schrijven en daardoor gaat die vergelijking in de volgende over:

$$u'-u-f = 2\,\alpha\,Sin.\,\tfrac{1}{2}f Sin.(u+\tfrac{1}{2}f)-2\beta Sin.\tfrac{1}{2}f Cos.(u+\tfrac{1}{2}f)$$
$$+\,2\,\alpha' Sin.f Sin.(2u+f)-2\beta' Sin.f Cos\,(2u+f)\ldots.(3)$$

Elke meting van de grootheid f, waarbij van een bepaald punt des trommels is uitgegaan, geeft zulk eene vergelijking tusschen de onbekenden α, β, α' en β'. Door de aanvangspunten, en dus ook de metingen, te vermenigvuldigen, kan men alzoo een groot aantal vergelijkingen tusschen de vier onbekenden verkrijgen, die naar de methode der kleinste quadraten moeten worden opgelost. Nademaal de coëfficiënt van α, in al de vergelijkingen, den standvastigen factor 2 $Sin.\ \frac{1}{2}\ f$ bevat, verkrijgt men, naar de genoemde methode, de eindvergelijking voor de oplossing van α, door iedere der gegevene vergelijkingen met de daarin

voorkomende waarde van $Sin. (u + \frac{1}{2} f)$ te vermenigvuldigen en de uitkomsten bij elkander op te tellen. Zoo verkrijgt men de eindvergelijking voor β, door vermenigvuldiging met $Cos.^2 (u + \frac{1}{2} f)$; die voor α', door vermenigvuldiging met $Sin. (2 u + f)$ en die voor β', door vermenigvuldiging met $Cos. (2 u + f)$. Zijn de aanvangspunten der metingen eenparig over den omtrek van den trommel der schroef verdeeld, zoo worden de coëfficiënten der onbekenden, in de eindvergelijking, periodieke functiën, door wier eigenschappen die eindvergelijkingen eenen hoogsteenvoudigen vorm aannemen. Stelt men kortheidshalve:

$\Sigma\, Sin. a = Sin. a + Sin. (a + b) + Sin. (a + 2b) \ldots\ldots Sin (a + nb)$;
$\Sigma\, Cos. a = Cos. a + Cos. (a + b) + Cos. (a + 2b) \ldots\ldots Cos. (a + nb)$;
$\Sigma\, Sin. 2a = Sin. 2a + Sin. (2a + 2b) + Sin. (2a + 4b) \ldots Sin. (2a + 2nb)$;
enz., enz.

altijd in de veronderstelling, dat $(n + 1)\, b$ juist de geheele omtrek of een veelvoud van den omtrek des cirkels is, dan heeft men, voor alle waarden van a en b, de bekende formulen:

$$\Sigma\, Sin.\ a = 0 \text{ en } \Sigma\, Cos.\ a = 0.$$

Uit deze formulen leidt men ligtelijk de volgende af:

$\Sigma\, Sin.\ 2\, a = 0$	$\Sigma\, Cos.\ 2\, a = 0$
$\Sigma\, Sin^2.\ a = \frac{1}{2}(n + 1)$	$\Sigma\, Cos.^2\ a = \frac{1}{2}(n + 1)$
$\Sigma\, Sin. a Cos. a = 0$	$\Sigma\, Cos. a Sin. 2a = 0$
$\Sigma\, Sin. a Sin. 2a = 0$	$\Sigma\, Cos. a Cos. 2a = 0$
$\Sigma\, Sin. a Cos. 2a = 0$	$\Sigma\, Cos. 2a Sin. 2a = 0$

Zijn de aanvangspunten der metingen eenparig over den omtrek des trommels verdeeld, dan komen de op elkander volgende waarden van $u + \frac{1}{2} f$ en $2\, u + f$ met die der bogen a, $a + b$, $a + 2\, b \ldots\ldots a + n\, b$ en $2\, a$, $2\, a + 2\, b$, $2\, a + 4\, b \ldots\ldots 2\, a + 2\, n\, b$ volkomen overeen. Maakt men, in die veronderstelling, van de bovenstaande formulen gebruik, zoo herleidt men de eind-

vergelijkingen, voor het bepalen van de onbekenden, ligtelijk tot de volgende hoogst eenvoudige vormen:

$$\left.\begin{aligned}(n+1)\,\alpha\,Sin\ \tfrac{1}{2}f &= \Sigma\,(u'-u-f)\,Sin.\,(u+\tfrac{1}{2}f)\\ (n+1)\,\beta\,Sin.\ \tfrac{1}{2}f &= -\Sigma(u'-u-f)\,Cos.\,(u+\tfrac{1}{2}f)\\ (n+1)\,\alpha'\,Sin.\ f &= \Sigma\,(u'-u-f)\,Sin.\,(2u+f)\\ (n+1)\,\beta'\,Sin.\ f &= -\Sigma(u'-u-f)Cos.(2u+f)\end{aligned}\right\}\ldots(4)$$

waarin $n + 1$ het aantal aanvangspunten der metingen voorstelt, die eenparig over den omtrek des trommels verdeeld moeten zijn.

Bessel heeft de bovenstaande eindvergelijkingen, zonder betoog, gegeven en bij hem vindt men, in plaats van den coëfficiënt $n + 1$, het getal 10, omdat hij 10 aanvangspunten had aangenomen, die, daar de trommel in 100 gelijke deelen was verdeeld, 10 van die deelen en alzoo 36° uit elkander lagen. Bessel nam, voor de grootheid f, twee verschillende waarden aan, de eene van omtrent 50, de andere van omtrent 26 der genoemde deelen. Het onderzoek met de eerste waarde van f liet de grootheden α' en β' nagenoeg onbepaald. Het onderzoek met de tweede waarde van f gaf de grootheden α, β, α' en β' alle met omtrent dezelfde naauwkeurigheid. Men ziet uit de eindvergelijkingen (4) onmiddellijk, dat de vier onbekenden met juist dezelfde naauwkeurigheid worden verkregen, indien voor f eene waarde wordt aangenomen, die een derde deel van den onderlingen afstand der schroefdraden is. Men kan voor f ook zeer verschillende waarden aannemen, om het getal der oorspronkelijke vergelijkingen te vergrooten. Als men dan, bij elke waarde van f, den regel in acht neemt, dat de aanvangspunten der metingen eenparig over den omtrek des trommels verdeeld moeten zijn, verkrijgt men, uit het geheel van alle gegevene vergelijkingen, de eindvergelijkingen op dezelfde eenvoudige wijze als te voren, maar de eerste leden dier eindvergelijkingen worden dan veranderd. Noemt men de waarden, die voor f zijn

aangenomen, f, f', f'' en m hun getal, zoo worden de genoemde eerste leden:

$$m\ (n + 1)\ \alpha\ (Sin.\ \tfrac{1}{2} f + Sin.\ \tfrac{1}{2} f' + Sin.\ \tfrac{1}{2} f'' + \text{enz.})$$
$$m\ (n + 1)\ \beta\ (Sin.\ \tfrac{1}{2} f + Sin.\ \tfrac{1}{2} f' + Sin.\ \tfrac{1}{2} f'' + \text{enz.})$$
$$m\ (n + 1)\ \alpha'\ (Sin.\ f + Sin.\ f' + Sin.\ f'' + \text{enz.})$$
$$m\ (n + 1)\ \beta'\ (Sin.\ f + Sin.\ f' + Sin.\ f'' + \text{enz.})$$

Men bereikt aldus het doel, dat de Heer PAPE zich voorstelde *), maar, naar het mij voorkomt, op eene meer eenvoudige wijze.

Nadat BESSEL reeds de periodieke fouten van eenige schroeven had bepaald, maakte hij de opmerking, dat de invloed dier fouten, in eene zamenstelling van wel geordende metingen, verdwijnt. Als men dezelfde grootheid bij herhaling meet, uitgaande van punten, die eenparig over den omtrek des trommels zijn verdeeld, dan zal het midden der verkregene uitkomsten van den invloed der periodieke fouten bevrijd wezen. Men ziet dit onmiddellijk aan de formule (3), in verband met de eigenschappen der periodieke functiën. Gaat men van slechts twee punten uit, die dan natuurlijkerwijze, aan den omtrek des trommels, juist tegenover elkander moeten liggen, zoo verdwijnen, in het midden der twee uitkomsten, alleenlijk de termen, die α en β bevatten en wil men ook de termen, die α' en β' bevatten, doen verdwijnen, dan moet men van ten minste drie punten uitgaan, die dan 120° van elkander verwijderd zullen zijn. Door eene doelmatige vereeniging van slechts drie metingen, worden alzoo al de vier termen onzer periodieke functie volkomen opgeheven. Men overtuigt zich ligtelijk, dat ook hoogere termen der periodieke functie worden opgeheven, door eene doelmatige vereeniging van vier of vijf metingen. Noemt men de coëfficiënten der termen, in de oorspronkelijke formule (1), die $Cos.\ 3\ u$

---

*) *Astron. Nachr.* Band 50, bl. 337.

en *Sin.* 3 u bevatten, α'' en β'', zoo worden die termen in de formule (3)

$$+ 2\alpha'' Sin.(3u + 1\tfrac{1}{2}f)\, Sin.\, 1\tfrac{1}{2}f + 2\beta'' Cos.(3u + 1\tfrac{1}{2}f)\, Sin.\, \tfrac{1}{2}f$$

Neemt men nu voor u vier punten aan, die eenparig over den omtrek des trommels zijn verdeeld en die dus 90° uit elkander liggen, dan zullen ook de vier daarmede overeenkomstige waarden van $3u$ 90° van elkander verschillen. De som der termen, die α'' en β'' bevatten, wordt dan weder nul en uit het midden van vier welgeordende metingen verdwijnt ook de invloed der termen, bevattende *Sin.* $3u$ en *Cos.* $3u$. Het is ligt op dezelfde wijze aan te toonen, dat ook de termen, die *Sin.* $4u$ en *Cos.* $4u$ inhouden, verdwijnen, als men het midden neemt uit vijf metingen, waarbij is uitgegaan van vijf punten, die eenparig over den omtrek zijn verdeeld.

Men is gewoon metingen omtrent hetzelfde voorwerp te herhalen, om eene einduitkomst te verkrijgen, die van toevallige fouten, zoo veel mogelijk, is bevrijd. Zoo is het b. v. mijne gewoonte, eene dubbele ster telkens vijf keeren achtereen uit te meten en die metingen op ten minste vijf verschillende dagen te herhalen. Bij de gewone inrigting des draden-mikrometers is het zeer ligt, telkens de meting van den afstand aan een willekeurig punt van den omtrek des trommels aan te vangen. Neemt men dan, op die vijf verschillende dagen, als de trommel in 100 gelijke deelen is verdeeld, de aanvangspunten 0, 20, 40, 60 en 80 aan, dan zal, in het midden der verkregene uitkomsten, de invloed zijn opgeheven van al de termen der periodieke functie, tot en met die, welke *Sin.* $4u$ en *Cos.* $4u$ bevatten. Men ziet, dat men, door zoodanig eene verordening der metingen, veel nader aan de waarheid komt, dan door het aanvangspunt te behouden en, naar het voorschrift van BESSEL, de periodieke fouten te bepalen en in rekening te brengen. Ongelukkiglijk wordt het in vele gevallen, òf door

de omstandigheden òf door de inrigting des mikrometers, niet toegelaten, de meting aan een willekeurig punt van den omtrek der schroef aan te vangen. Bij de aflezingsmikroskopen van sterrekundige cirkels is dit bijna nimmer mogelijk en zelfs de mikrometer met dubbele beelden van AIRY, door SIMMS vervaardigd, is daarvoor in het geheel niet ingerigt, hetgeen ik als een zeer groot gebrek van dat werktuig moet beschouwen.

Men kan het volstrekt bedrag van de periodieke fouten eener mikrometerschroef, aan verschillende punten van haren omtrek, op dezelfde wijze bepalen als de verdeelingsfouten van eenen cirkel. Daar de Heer Dr. N. M. KAM, op bl. 34 en verv. van zijn belangrijk en leerzaam academisch proefschrift *) met uitvoerigheid over dit onderwerp gehandeld heeft, zal ik het hier met stilzwijgen voorbijgaan.

Reeds voor jaren is het mij toegeschenen, dat een paar belangrijke bijzonderheden, de mikrometer-schroeven betreffende, steeds zijn voorbijgezien, ook door hen, die hare fouten met groote zorg bepaalden. De mikrometerschroef loopt aan de eene zijde steeds in eene geknotte pyramide uit. Op die geknotte pyramide wordt een schroefkop gestoken en met eene moer sterk aangeklemd. Tusschen dien schroefkop en eenen ring, die stevig aan de schroef verbonden is, wordt, door eene tusschenliggende veêr, de trommel geklemd, zoodanig, dat deze zich ligtelijk om de schroef laat omdraaijen en zijn nulpunt zich ligtelijk met elk willekeurig punt van den omtrek der schroef laat overeenbrengen. Heeft de mikrometer eene schaal met eenen wijzer, die bestemd is voor het aflezen van de volle omwentelingen, dan moet de trommel op nul worden gesteld, als de wijzer naauwkeurig met eene streep der schaal over-

---

*) *Academisch proefschrift, over de fouten in de verdeeling der cirkels van sterrekundige werktuigen, enz. door* N. M. KAM. *Leiden*, 1863.

eenkomt en verder onaangeroerd blijven. De mikrometer moet nu en dan gereinigd en daartoe uiteengenomen worden en laat men, na het ineenzetten, het nulpunt van den trommel niet naauwkeurig met het vorig punt van den omtrek der schroef overeenkomen, zoo zijn, bij dezelfde aanwijzingen van den trommel, de periodieke fouten anders dan te voren, de vroegere bepaling van die fouten geldt niet meer en die fouten worden niet vereffend, door metingen, vóór en na het uiteennemen, volbragt. Al kan men den trommel der schroef, door middel van de schaal, naauwkeurig genoeg stellen, zoo heeft men toch geene zekerheid, dat het nulpunt des trommels zijnen juisten stand, met betrekking tot den omtrek der schroef, hernomen heeft, want de geheele schroef moet zich verschuiven, als de vlakte, waartegen zij rust, niet telkens volkomen in den vorigen stand kan worden teruggebragt of eenigermate is uitgesleten. Bovendien heeft men bij de aflezings-mikroskopen der kleinere werktuigen in het geheel geene schaal en bij die der grootere werktuigen slechts een kammetje, welks tanden wel het aflezen van geheele omwentelingen, maar geenszins het scherp stellen van het nulpunt des trommels toelaten en bij het inspannen van nieuwe draden eene veranderde aanwijzing geven. Ik heb niet kunnen ontdekken, dat men ooit eenigen maatregel heeft genomen om het nulpunt van den trommel te bewaren, maar ik heb het toch noodig geoordeeld daarvoor, bij de werktuigen in mijn bereik, zorg te dragen. De schroefkop behoeft slechts zelden van zijne pyramide te worden afgeschoven, maar is dit noodig geweest en wordt hij weder sterk tegen die pyramide aangeklemd, zoo moet hij naauwkeurig den vorigen stand met betrekking tot de schroef hernemen. Bij alle mikrometerschroeven van de sterrewacht alhier, heb ik, op den omtrek van den schroefkop, een teeken gemaakt, dat naauwkeurig met het nulpunt van den trommel overeenkomt, door

middel van een kapje, waarmede schroefkop en trommel dekt kunnen worden en waarvan stukken zijn uitgev wier regte kanten als wijzers dienen. Door middel van kapje kan het nulpunt des trommels ieder oogenblik den onderzocht en, als het noodig is, tot den vorigen s met betrekking tot den omtrek der schroef worden te gebragt.

Eene andere opmerking omtrent de mikrometerschroe betreft den oorsprong harer periodieke fouten. De period fouten worden steeds beschouwd als gevolgen van de standigheid, dat de schroefdraden, over eene platte vl ontrold, geene regte lijnen zijn, maar het is natuurlijk, zij ook uit eene geheel andere bron kunnen voortvloe Bij vele mikrometers heeft het eene, kogelvormig afgewer uiteinde der schroef een steunpunt tegen eene stale steenen plaat, waartegen zij, door veêrkracht, wordt aa drukt. Ligt het punt der schroef, waarmede zij tege plaat drukt, volkomen in hare as, zoo zal zij, omgedr wordende, geene verschuiving ondergaan, hoe ook plaat gesteld moge wezen. Ligt het genoemd punt schroef niet volkomen in hare as, zoo zal dit, bij omdraaijen der schroef, eenen cirkel beschrijven en gebrek zal nog onschadelijk zijn, als de plaat volko plat is en loodregt staat op de as der schroef. S daarbij echter de vlakte der plaat niet loodregt op d der schroef, of is zij niet volkomen plat, dan moe schroef, bij het omdraaijen, eene verschuiving onder die niet door den trommel wordt aangewezen en er staat eene periodieke fout, die geheel en al veranderd w als de plaat, na het reinigen van den toestel, niet v volkomen tot den vorigen stand is teruggebragt. Rus schroef, zoo als bij de aflezingsmikroskopen, met eenen haar bevestigden, ring, op den rand van eene openin eene metalen plaat, zoo moet insgelijks eene period

fout der schroef ontstaan, als die rand niet volkomen plat is of niet volkomen loodregt staat op de as der schroef. Het is mij onlangs, op eene merkwaardige wijze, gebleken, dat uit de genoemde bron eene gruwelijke periodieke fout kan voortvloeijen, zelfs bij eenen mikrometer van eene wereldberoemde werkplaats herkomstig. Daar dit mijn wedervaren leerzaam kan zijn voor anderen, acht ik mij tot zijne mededeeling geregtigd.

De nieuwe sterrewacht alhier verkreeg de werktuigen der oude sterrewacht en werd bovendien met eenen meridiaan-cirkel en eenen kijker, wiens opening 7 Par. duimen bedraagt, toegerust. Ik had den nieuwen kijker gewenscht, opdat een werktuig aanwezig zoude zijn, bepaaldelijk bestemd voor het volbrengen van fijne metingen aan den hemel, terwijl de oude kijker, met eene opening van 6 Par. duimen, ongestoord, voor de betrekkelijke plaatsbepaling van planeten en kometen zijne diensten zoude kunnen blijven bewijzen. De reden, waarom, voor de nieuwe sterrewacht te Leiden, oorspronkelijk een kijker werd gevraagd, veel kleiner dan die, welke elders voor het volbrengen van fijne metingen worden aangewend, was eenvoudiglijk hierin gelegen, dat de stichting van eene sterrewacht bij ons langen tijd was verdaagd, om het geld, dat zij zoude kosten en ik daarom vermeende, zoowel met betrekking tot de werktuigen als met betrekking tot het gebouw, mijne eischen zoo laag mogelijk te moeten stellen *). De kijker werd ontboden uit het beroemde optisch Instituut te München, door FRAUNHOFER gesticht en thans in eigendom van de Heeren G. MERZ en Zonen. De Heer STEINHEIL

*) De beginselen, waarop mijne voorstellen omtrent de nieuwe sterrewacht hebben gerust, zijn ontwikkeld in het geschrift: *De inrigting der sterrewachten, beschreven naar de sterrewacht op den heuvel Pulkowa en het ontwerp eener sterrewacht voor de hoogeschool te Leiden. Leiden*, bij A. W. SIJTHOFF, 1854.

zoude welligt aan het geheel eene meer doelmatige inr
ting hebben gegeven, maar hij had toen nog geene kijk
van grootere afmetingen geleverd en het was nog zeer
zeker, of hij groote stukken flintglas, van eene toereiken
zuiverheid, meester zoude kunnen worden, zoodat ik to
nog vermeenen moest de bestelling van den kijker bij d
Heer STEINHEIL niet te mogen wagen. Een groot ster
kundige heeft mij eens zijne verwondering daarover te k
nen gegeven, dat ik met den nieuwen kijker niet voll
men te vreden was, maar ik had daarvoor meer dan t
reikende redenen, nademaal de bedongene verbetering
vroegere inrigting slechts gedeeltelijk was in acht genom
en men daarbij, zonder mij te raadplegen, aan de oude i
rigting des mikrometers wijzigingen had toegebragt,
ten stelligste door mij moesten worden afgekeurd.

Bij elken grooteren kijker, uit het optisch Institu
behoort een draden-mikrometer, voor wiens gebruik h
geheele werktuig is ingerigt. De draden-mikrometer l
zich echter van de buis des kijkers afschroeven en m
eene gewone oogbuis of met eenen anderen mikrome
verwisselen. De oude en kleinere kijker is ook met een
draden-mikrometer toegerust, waarmede ik, in vroeg
jaren, duizenden metingen heb volbragt en die nog da
lijks door de Heeren KAM en VAN HENNEKELER ijve
wordt gebruikt, voor de betrekkelijke plaatsbepaling v
planeten en kometen. Reeds voor vijf en twintig jaren h
ik den draden-mikrometer naar de inrigting van FRAU
HOFER, behoorende tot den kijker van 6 duimen, uitvoer
beschreven en afgebeeld *). Bij dat werktuig was de v
deeling van den positie-cirkel op de vlakte aangebragt, d

---

*) *Eerste metingen met den mikrometer, volbragt op het Observator*
van 's Rijks Hoogeschool te Leiden. Leiden, bij H. W. HAZENBERG
COMP. 1840.

bij het meten, naar het oog des waarnemers is gekeerd, zoodat de aanwijzing diens cirkels zich altijd zonder swarigheid liet aflezen. Bij den nieuwen mikrometer had men de verdeeling des cirkels op zijnen kant gebragt, ten gevolge waarvan die verdeeling zich, bij vele standen des werktuigs, niet liet aflezen, zonder dat de waarnemer telkens van den zetel verrees, waarop hij, veelal half liggende en half hangende, in de meest afmattende ligchaamshoudingen, zijne metingen volbragt. Veelal kon men niet aflezen zonder zelfs den stand des kijkers geheel te veranderen en daar men den cirkel, op éénen avond, honderden meermalen af te lezen heeft, maakte dit bezwaar het gebruik des mikrometers nagenoeg onmogelijk. Bij den ouden mikrometer werden de draden verlicht door twee zeer kleine lampjes, die de waarnemer in zijn bereik had en wier gebruik nimmer bezwaren opleverde. Bij den nieuwen kijker geschiedde de verlichting der draden door spiegels, binnen den mikrometer, en eene monsterachtig groote, ondoelmatig ingerigte lamp, die aan de buis des kijkers moest worden vastgemaakt, die de waarnemer niet in zijn bereik had en waardoor bovendien nog een sterk schemerlicht over het veld des kijkers werd geworpen. Bij den ouden mikrometer had ik zelf eene verlichting van het veld aangebragt, met behulp van een der genoemde zeer kleine lampjes en een stukje spiegelglas en die eenvoudige inrigting heeft steeds bij uitstek goed voldaan. Bij den nieuwen mikrometer moest het veld, door de evengenoemde monsterlamp, aan een ander deel van de buis des kijkers bevestigd, verlicht worden. Het gebruik van die groote lamp, zoo ver van de oogbuis verwijderd, is uitermate lastig. Bij het verzetten van den kijker kan men het uitstorten van de olie niet vermijden en er zijn standen van den kijker, waarbij de lamp zich in het geheel niet aanwenden laat, zoodat men dan de waarnemin-

gen moet opgeven. Het is volstrekt niet vreemd, nieuwe werktuigen van eene nieuwe sterrewacht belangri veranderingen moeten ondergaan, eer zij geschikt zijn v hun doel, maar het is iets zeer ongewoons, dat men middelen niet bezit, om het ongeschikte te verbeteren. werden die middelen onthouden en de mikrometer m ongebruikt blijven liggen, totdat zij mij gegeven zou zijn, of totdat ik zelf, zonder middelen, de noodige zigingen ten uitvoer zouden kunnen brengen.

Sedert eenige jaren is de sterrewacht te Leiden in bezit van eenen mikrometer met dubbele beelden, naar vinding van AIRY, door SIMMS te Londen vervaardigd. dit zeer onkostbaar, maar ook zeer onvolkomen toevoe aan den kijker van 6 duimen, heb ik, reeds aan de o sterrewacht, sedert het jaar 1856, de hoofdligchamen zonnestelsels trachten uit te meten *). Na de stichting nieuwe sterrewacht werd die mikrometer aan den ki van 7 duimen toegevoegd en ik heb mijne vroegere tingen voortgezet, zooveel als de vervulling mijner am pligten dit gedoogden. Naar mijne bevinding kon de krometer van AIRY, zonder een vreeselijk langwijlig on zoek, de noodige naauwkeurigheid niet geven en toen voor dat onderzoek, reeds duizenden metingen had volbr op metalen schijfjes, die aan de oude sterrewacht w vastgehecht, verdwenen die schijfjes en werd daardoor geheele arbeid vruchteloos. Het duurde lang eer ik nie schijfjes kon laten vervaardigen en eene plaats kon vin waar zij veiliger waren dan te voren, maar dit is mij gelukt. Ik heb eene hernieuwing van het onderzoek aa vangen, zonder welks voltooijing mijne talrijke metinge

*) *Eerste onderzoekingen met den mikrometer van* AIRY *enz., uitge door de Koninklijke Academie van Wetenschappen. Amsterdam*, C. G. DER POST, 1857.

noodige herleidingen niet kunnen ondergaan, maar ik stuit op eindelooze bezwaren, bij mijne poging om zelf den comparateur te maken, dien ik behoef en voor wiens aanschaffing mij de middelen ontbreken. Voor eenige maanden kwam ik op de gedachte, dat de mikrometer van AIRY, met den draden-mikrometer vereenigd, mij tot eene niet onbelangrijke onderzoeking in staat stelde en, bij eene poging om aan die gedachte gevolg te geven, stiet ik op de bijzonderheid, waaraan ik het onderwerp van deze bijdrage ontleende.

Er zijn duizenden metingen volbragt omtrent de ligchamen, die de zoogenaamde dubbele en veelvoudige sterren zamenstellen, maar, hoe naauwkeurig die metingen in zich zelve wezen mogen, zij zijn ver verwijderd van te voldoen aan de tegenwoordige eischen der sterrekunde. Men heeft de loopbanen van onderscheidene dubbele sterren berekend, maar het meerendeel der verkregene uitkomsten is nog hoogst onzeker*). Men beweert, dat de metingen omtrent dubbele sterren niet strijden tegen de veronderstelling, dat de ligchamen, waaruit zij bestaan, door dezelfde kracht als die der ligchamen des zonnestelsels worden bewogen, maar zij strijden evenmin tegen de werking van krachten, die geheel andere wetten volgen, dan de algemeene aantrekkingskracht, en het groote vraagstuk, omtrent de natuur der kracht, die de ligchamen in de hoogere streken des hemels beheerscht, is door de dubbele sterren nog niet opgelost. Toen de eerste groote, met eenen mikrometer toe-

*) Als een betoog dezer waarheid kan o. a. worden aangevoerd, dat, naar de loopbaan voor de dubbele ster δ *Cygni*, door den Heer BEHRMANN te Göttingen, in dit jaar berekend, de afstand nu naauwelijks 0,"4 bedragen moest (*Astr. Nachr.* Band 64. bl. 69), terwijl de Heer DAWES, wiens metingen steeds door naauwkeurigheid hebben uitgemunt, dien afstand, in dit jaar, op 1,"67 bepaalde (*Astr. Nachr.* Band 65, bl. 253). De metingen van DAWES komen met de latere van DEMBOWSKY en KNOTT overeen en de loopbaan, door BEHRMANN gevonden, voldoet aan de vroegere metingen.

geruste, kijker van FRAUNHOFER voor de sterrewacht t
Dorpat was aangekocht, besloot STRUVE dat schoone werk
tuig bepaaldelijk voor het onderzoek van dubbele sterre
aan te wenden en zijne metingen, omtrent drie duizen
dier stelsels, behooren tot de schoonste verrigtingen in d
sterrekunde, waarop de tegenwoordige eeuw zich beroemen
kan. BESSEL, voor wien de groote heliometer was bestemd
die onvoltooid door FRAUNHOFER is nagelaten, beoogde me
dit werktuig een ander doel dan STRUVE, maar beide we
reldberoemde mannen kwamen met elkander overeen, om
de waarde hunner metingen, aan het gelijktijdig uitmete
van eenige uitgelezene dubbele sterren, te toetsen *). Tus
schen de einduitkomsten, door beide sterrekundigen verkre
gen, openbaarde zich een verschil, dat de toevallige foute
der metingen zeer ver overtrof en nadat STRUVE †) en BES
SEL §), ieder van zijne zijde, vermeende bewezen te hebben
dat de fout niet aan hem kon liggen, heeft men die on
derlinge afwijking laten rusten, als of zij voor de sterre
kunde van geene beteekenis ware. Eerst omtrent dertig ja
ren later is dit onderwerp weder ter sprake gebragt. MÄ
LER, die, aan de sterrewacht te Dorpat, het meten va
dubbele sterren regelmatig had voortgezet ondernam in h
jaar 1859, met AUWERS te Koningsbergen, een' gemee
schappelijken arbeid, die ten doel had om te onderzoeke
of de werktuigen, waarvan STRUVE en BESSEL zich bedie
den, ook in hunne handen, tot een kennelijk verschil zo
den leiden. Gedurende drie jaren werden de dubbele ste
ren uitgemeten, waarop STRUVE en BESSEL hun onderzo
gevestigd hadden en er openbaarde zich een verschil, n
grooter dan dat, hetwelk de genoemde groote sterrekund

---

*) *Astr. Nachr.* Band 10, bl, 389.

†) W. G. F. STRUVE, *Mens. Micrometricae. Petropoli*, 1837. *Intr.*
142.

§) *Astr. Nachr.* Band 15, bl. 110. F. W. BESSEL, *Astr. Unt.* Ban
bl. 308.

gen verontruste *). Men vergenoegde zich met de verklaring, dat dat verschil in de gebruikte werktuigen liggen moest, maar het bleef geheel onbeslist, welk van beide werktuigen de schuld moest dragen. De onzekerheid, die bij de metingen omtrent dubbele sterren reeds bestond, werd, door deze uitkomst, nog aanmerkelijk vergroot.

De mikrometer van AIRY, ook aan een' goeden kijker toegevoegd, is bij zulk eenen heliometer als die van Koningsbergen volstrekt niet te vergelijken, maar de wijze van meten is bij beide werktuigen dezelfde, en ik vermeende, dat de mikrometer van AIRY, na de bepaling zijner fouten, ook omtrent dubbele sterren, uitkomsten van eene zeer hooge naauwkeurigheid zoude toelaten. Nog nimmer waren, door denzelfden waarnemer, stelselmatig dezelfde dubbele sterren met twee mikrometers uitgemeten, waarvan de een een draden-mikrometer is en de andere op het beginsel der dubbele beelden rust, en ik besloot tot dien arbeid, niet slechts, in de hoop van daardoor iets ter verklaring van het bestaand verschil te zullen kunnen bijdragen, maar ook omdat het mij wenschelijk voorkwam, dat de onderlinge vergelijking van beide werktuigen bepaaldelijk door mij geschiedde. Terwijl zich een verschil openbaarde tusschen de metingen van STRUVE en die van alle overige waarnemers, wier meerendeel met kleinere werktuigen gearbeid had, kwamen, althans mijne eerste reeksen van metingen, nagenoeg volkomen met die van STRUVE overeen, ofschoon het werktuig, waarvan ik mij bediende, tot de allerkleinste in zijne soort behoorde. Mijne latere metingen zijn niet strengelijk onderzocht, maar uit hare vergelijking met de vroegere blijkt het, dat ik mij zelven ben gelijk gebleven en nu, bij het meten met den draden-mikrometer, alleen staande met STRUVE, kwam het mij niet onbelangrijk voor te be-

*) *Beobachtungen der Kaiserlichen Universitäts Sternwarte Dorpat, von* Dr. J. H. MÄDLER. Band XV, Abth. II, bl. 30 en *Astr. Nachr.* Band 59, bl. 1

slissen, of, in mijne handen, een mikrometer met dubbel beelden, al of niet, andere uitkomsten dan de draden-m krometer zoude geven. BESSEL en STRUVE hebben drie jare noodig gehad om de voortbrengselen hunner werktuige met elkander te vergelijken, en MÄDLER en AUWERS behoe den daartoe een even groot tijdvak, zoodat ik, natuurli kerwijze, de metingen met beide werktuigen alleen zu lende volbrengen, daarmede bezwaarlijk in weinige maa den gereed zal kunnen zijn. In het voorjaar van dit ja ving ik mijne metingen, omtrent dubbele sterren, met de mikrometer van AIRY aan en ik heb daarmede reeds van die stelsels veelvuldig uitgemeten. Het was mi voornemen den mikrometer van AIRY, aan den kijker, m den draden-mikrometer te verwisselen, zoodra als de m tingen omtrent planeten dit zouden gedoogen en verde zoo veel mogelijk, dezelfde dubbele sterren, bij afwisselin met den eenen en met den anderen mikrometer uit meten; maar vooraf moest de draden-mikrometer wijzigi gen ondergaan, die metingen met dat werktuig uitvoerba zouden maken. Om dat doel te bereiken, bragt ik, b ven iederen nonius des positie-cirkels, een klein kastje v blad-koper, waarin twee spiegeltjes waren geplaatst welks dekplaatje een klein vergrootglaasje droeg. kastjes werden aan den toestel bevestigd door de schr ven, die de noniën dragen, zoodat de mikrometer, in e oogenblik, zijnen oorspronkelijken toestand kan herkrijg Door de vergrootglaasjes ziet men de verdeeling, in be spiegeltjes teruggekaatst, volkomen zoodanig, alsof zij in vlakte des cirkels ware aangebragt en daarmede was grootste zwarigheid geheel overwonnen. Om de monst lamp, voor de verlichting van het veld, onnoodig te m ken, wilde ik den grooten metalen ring uit de buis kijkers verwijderen, die haar licht naar het oog moest ter kaatsen, maar het bleek, dat dit, zonder gevaar van buis te beschadigen, niet mogelijk was. Ik liet alzoo d

ring op zijne plaats, maar bragt een klein schuins staand stukje spiegelglas in de buis des kijkers. Ik draaide eenen houten ring, naauwkeurig passende in de buis, waarin anders de groote lamp gestoken moest worden en in die buis eene opening, waarin een der lantaarntjes van den mikrometer des ouden kijkers paste en dat bij het gebruik van dat werktuig gemist kan worden. Nu had ik, met het kleinste lampje, dat men maken kon, eene verlichting van het veld, veel beter dan te voren, en mijne metingen met den draden-mikrometer aanvangende, had ik geen ander bezwaar, dan dat ik geen spinrag had kunnen vinden, zoo fijn als ik het wenschte.

Toen ik met den nieuwen draden-mikrometer een aantal metingen omtrent dubbele sterren had volbragt, ontdekte ik een verschijnsel, dat mij in groote spanning en onrust brengen moest. Om dat verschijnsel te doen kennen, geef ik hieronder de uitkomsten, omtrent vier der merkwaardigste dubbele sterren, verkregen.

METINGEN OMTRENT *p* OPHIUCHI.

Datum.	Datum in deelen des jaars.	Afstand in deelen der schroef.	Punt van coïncidentie.	Standhoek.
1865. Sept. 1	1865, 67	25,78	27,78	—
2	1865, 67	25,89	30,00	100°,72
4	1865, 67	25,12	30,25	100 ,56
4	1865, 67	23,83	30,50	101 ,25
5	1865, 68	25,78	30,75	100 ,58
6	1865, 68	26,25	31,00	100 ,28
7	1865, 68	26,45	31,00	99 ,92
7	1865, 68	24,91	30,75	99 ,02
8	1865, 69	25,50	30,75	99 ,83
8	1865, 69	26,35	31,00	99 ,90
8	1865, 69	26,41	30,84	—
9	1865, 69	26,14	30,12	99 ,16
11	1865, 69	26,70	31,00	100 ,48
11	1865, 69	24,78	31,23	—
Midden....	1865, 68	25,70		100°,11

METINGEN OMTRENT ζ CORONAE.

Datum.	Datum in deelen des jaars	Afstand in deelen der schroef.	Punt van coïncidentie.	Standhoek.
1865. Sept. 7	1865, 68	28,82	30,74	302°,84
9	1865, 69	29,59	30,13	303 ,52
9	1865, 69	27,91	30,50	302 ,92
11	1865, 69	27,06	31,50	303 ,30
11	1865, 69	28,06	31,77	302 ,02
12	1865, 70	31,09	30,01	301 ,81
12	1865, 70	27,12	29,50	304 ,11
14	1865, 70	26,99	29,50	303 ,57
14	1865, 70	30,05	30,00	—
Midden....	1865, 69	28,52		303°,01

METINGEN OMTRENT α HERCULIS.

Datum.	Datum in deelen des jaars	Afstand in deelen der schroef.	Punt van coïncidentie.	Standhoek.
1865. Sept. 6	1865, 68	23,49	31,00	115°,22
6	1865, 68	23,63	31,00	116 ,58
7	1865, 68	21,69	30,75	116 ,46
8	1865, 69	23,03	30,84	114 ,86
8	1865, 69	22,05	30,24	115 ,22
9	1865, 69	22,88	30,12	114 ,16
11	1865, 69	22,78	31,25	114 ,72
12	1865, 70	24,00	30,01	114 ,80
12	1865, 70	19,64	29,50	116 ,83
12	1865, 70	23,58	30,01	—
14	1865, 70	20,82	29,50	115 ,43
14	1865, 70	23,99	30,01	—
Midden....	1865, 69	22,74		115°,43

METINGEN OMTRENT 100 HERCULIS.

Datum.	Datum in deelen des jaars	Afstand in deelen der schroef.	Punt van coïncidentie.	Standhoek.
1865. Sept. 4	1865, 67	67,89	30,50	3°,78
5	1865, 68	66,35	30,78	3 ,70
6	1865, 68	65,88	31,00	3 ,08
7	1865, 68	67,13	30,74	3 ,62
8	1865, 69	66,81	30,12	3 ,52
11	1865, 69	67,77	31,76	3 ,60
12	1865, 70	65,66	30,00	3 ,17
14	1865, 70	64,70	30,00	3 ,39
14	1865, 70	67,87	29,50	—
Midden....	1865, 69	66,67		3°,48

Bij de afstanden rust elke der hierboven vermelde u
komsten op vijf dubbele metingen en alzoo op tien aflezing

en elke uitkomst voor de standhoeken is het midden van vijf afzonderlijke bepalingen Wegens de onrust der lucht, in het begin der maand September, werden de metingen veelvuldiger herhaald, dan ik dit anders noodig geoordeeld zoude hebben. De waarde van eenen geheelen omgang der schroef is 20″,715 en dus van elk der schroefdeelen 0″,20715.

Reeds bij eenen blik op de bovenstaande tabellen ontwaart men geweldige verschillen, tusschen de uitkomsten, voor den afstand, bij dezelfde dubbele ster verkregen. Die verschillen beloopen van 3 tot 4½ schroefdeelen en dus van 0″,6 tot 0″,9. Zulke verschillen had ik, zelfs bij mijne eerste proeven met den ouden mikrometer, nooit ontmoet, en ik dacht aanvankelijk, dat ik, bij het klimmen mijner jaren, mijne geschiktheid voor het volbrengen van fijne metingen geheel verloren had. Eene aandachtige vergelijking van de uitkomsten, bij de punten des trommels, van waar ik, bij de verschillende metingen, was uitgegaan, bragt echter weldra den mikrometer zelven bij mij in verdenking. Ik had wel het coïncidentiepunt, het punt door schaal en schroef aangewezen, als de draden zamenvallen, nu en dan veranderd, maar door het voorbeeld van anderen verleid, daarbij geen bepaald stelsel in acht genomen. De aanvangspunten, die men verkrijgt door de coïncidentiepunten, hierboven door de aflezing van schaal en schroef uitgedrukt, met den gevonden afstand te verminderen, waren niet eenparig over den omtrek van den trommel verdeeld, maar toch genoeg onderscheiden, om een nader onderzoek toe te laten. Weldra bleek het mij, dat mijne metingen in eene zeer schoone overeenstemming met elkander werden gebragt, als ik aan de schroef des mikrometers zeer groote periodieke fouten toekende, van omtrent het volgende beloop :

Aflezing	0	25	50	75	100	deelen
Fout	0	— 2	0	+ 2	0	„

Ik bedacht en vervaardigde spoedig eenen toestel, d
mij, althans tot een voorloopig onderzoek van de schro
des mikrometers in staat stelde, en reeds den 17den Se
j. l. had ik, voor hare fouten, de volgende uitkomst
verkregen:

Aflezing	0	25	50	75	100	deelen
Fout	0	— 2,5	— 0,1	+ 1,3	0	"

Het raadsel was hiermede opgelost. De schroef van d
mikrometer, uit het wereldberoemd optisch Instituut, h
periodieke fouten, zoo groot, alsof zij door eenen gewon
ambachtsman vervaardigd ware.

Na deze bevinding mogt het arithmetisch midden, v
al de verkregene uitkomsten, niet meer als de naauwke
rigste einduitkomst beschouwd worden. De metingen,
hetzelfde coïncidentiepunt des trommels, volbragt, moes
tot ééne uitkomst worden zamengetrokken en uit de ald
verkregene uitkomsten moest het midden worden ge
men. Ik had dezelfde dubbele ster nu eens herhaal
lijk en dan weder slechts éénmaal, bij een bepaald co
cidentie-punt gemeten, zoodat ik nu, met veel min
metingen, eene einduitkomst van nagenoeg dezelfde naa
keurigheid had kunnen verkrijgen. De genoemde zam
trekking geeft het volgende:

p. Ophiuchi.

Coïncid.	Afst.	Midden.
30,00	25,89	
31,00	26,25	
31,00	26,45	26,33
31,00	26,36	
31,00	26,76	
30,13	26,14	26,14
30,24	25,12	25,12

ζ. Coronae.

Coïncid.	Afst.	Midden
30,00	31,09	30,5
30,30	30,05	
31,13	29,59	29,5
30,50	27,91	
31,50	27,06	27,2
29,50	27,12	
29,50	26,99	

Coïncid.	Afst.	Midden.	Coïncid.	Afst.	Midden.
30,49	23,83	23,83	30,74	28,82	28,44
27,68	25,78	25,78	31,77	28,06	
30,75	25,78	25,24	Midden	28,52	28,97
30,74	24,91				
30,74	25,50				
30,72	24,78				
30,84	26,41	26,41			
Midden	25,70	25,67			

α. Herculis.

Coïncid.	Afst.	Midden.
31,00	23,49	23,79
31,00	23,63	
31,00	24,06	
30,01	24,00	
30,01	23,58	
30,02	23,99	
30,12	22,88	22,88
30,24	22,05	22,41
30,25	22,78	
29,50	19,64	20,23
29,50	20,82	
30,75	21,69	21,69
30,84	23,03	23,03
Midden	22,74	22,34

100 *Herculis.*

Coïncid.	Afst.	Midden.
31,00	65,83	65,40
30,00	65,66	
30,00	64,70	
30,12	66,81	66,81
30,50	67,89	67,88
29,50	67,87	
30,78	66,35	67,08
30,74	67,13	
30,76	66,77	
Midden	66,67	66,79

Men ziet, dat ik, hoezeer het coïncidentiepunt dikwijls veranderd werd, toch nog, bij sommige dubbele sterren, eene fout van omtrent 0",1 zoude hebben begaan, door het midden uit alle metingen te nemen en dat de fout van

mijne einduitkomsten, bij eene schijnbaar zeer schoone ove
eenstemming der metingen, tot omtrent eene halve secun
had kunnen opklimmen, indien ik het coïncidentie-pu
niet veranderd had. Hieruit blijkt het, aan welke fout
men zich blootstelt, door op de volkomenheid der wer
tuigen te vertrouwen.

Het kwam mij onwaarschijnlijk voor, dat eene schro
uit het optisch Instituut, in zich zelve, zoo gruwelijk slec
zoude wezen en terwijl ik de oorzaak harer groote periodi
ke fouten het eerst in haar steunpuut zocht, heb ik die da
ook onmiddellijk gevonden. De schroef rust, met haar eene ui
einde, tegen de grondvlakte van eenen steenen cylinder, d
in eene holte in het koper is ingelaten en door een plaat
waarin eene opening is gemaakt, met twee schroeven, wor
vast geklemd. Aan de zijde van den trommel is de schro
van eenen, aan haar bevestigden, ring omgeven, waarteg
een staafje rust, dat, door veêrkracht, de schroef tegen d
steenen cylinder moet drukken. Bij den nieuwen mikrom
ter is dit staafje veel te dik, zoodat het veel te wein
veêrt en de schroef altijd eene te losse of te stijve bew
ging moet hebben. Van den beginne bespeurde ik, bij d
mikrometer, het groot gebrek, dat men, bij elke wenteli
der schroef, hare beweging vaster en losser voelde word
en het bleek later, dat dit gebrek uit dezelfde bron als
groote periodieke fouten voortvloeide. Ik nam het wer
tuig geheel uitéén en onderzocht naauwkeurig al zijne b
zondere deelen. Aan het uiteinde der schroef, waar zij
gen den steenen cylinder rust, kon ik geen spoor van sl
ting ontdekken en ik kon ook, op het oog, niet zien, d
het steunpunt buiten de as der schroef gelegen was.
zag daarentegen, onmiddellijk op het oog, dat de cylind
scheef in zijne holte lag en in zijne grondvlakte, die lo
regt op de as der schroef had moeten staan, bespeurde
buiten het midden der opening in het dekplaatje, eene c

effenheid, die bezwaarlijk eene slijting wezen kon. Het dekplaatje afgeschroefd hebbende, bespeurde ik, dat de cylinder in zijne holte waggelde en daarin verschillende standen kon aannemen. Ik draaide den cylinder om, zoodat de ontdekte oneffenheid, als zij vroeger te digt kwam bij het steunpunt der schroef, nu verder daarvan verwijderd moest worden en ik stelde de grondvlakte van den cylinder, zoo goed doenlijk, loodregt op de as der schroef. Na het ineenzetten van den toestel bepaalde ik de periodieke fout der schroef op nieuw en vond die geheel veranderd en zeer aanmerkelijk verminderd.

Het onderzoek van eene schroef is altijd een tijdroovende arbeid, en het kan daarbij zeer moeijelijk zijn, als men de, voor dat onderzoek bestemde, hulpmiddelen, zoo als BAUMANN die voor BESSEL en LEYSER voor ENGELMANN te Leipzig vervaardigde, moet ontberen. Deze bijdrage zoude al te uitgebreid worden, als ik hier wilde mededeelen, op welke wijze de Heer Dr. KAM de fouten der negen schroeven van den meridiaan-cirkel heeft bepaald, of op welke wijze, door mij zelven, de schroef des mikrometers van AIRY is onderzocht, terwijl dat werktuig zulk een onderzoek scheen onmogelijk te maken. Ik wil echter kortelijk vermelden, hoe ik gehandeld heb met de schroef des nieuwen draden-mikrometers, omdat die mededeeling misschien dezen of genen te stade zoude kunnen komen. Sedert jaren in de kunst van behelpen geoefend, breng ik de, mij onontbeerlijke, hulptoestellen, uit geleende deelen van werktuigen, door stukjes hout of metaal en soms door aan elkander plakken, bijéén en ik deed dit ook voor het onderzoek van de schroef des nieuwen mikrometers. Ik had reeds eene zware eikenhouten plank, waaraan vier koperen armen waren bevestigd, die eene, op de plank loodregt staande, buis droegen, waarin een mikroskoop van LEREBOURS kon worden gestoken. Ik maakte eene opening in die plank, onder het mikroskoop,

stelde haar op vier houten pooten en bragt, onder de op-
ning, een plat spiegeltje, dat zich om twee houten ass
liet bewegen en waardoor het daglicht in het mikrosko
kon worden teruggekaatst. Door houten klossen werd
mikrometer op de plank, onder het mikroskoop, vastg
klemd, en terwijl ik geen schaaltje met bewegelijke fij
punten meester kon worden, zoo als BAUMANN dit v
BESSEL vervaardigde, ontleende ik het voorwerp, dat op v
schillende deelen der schroef moest worden uitgemeten, a
eenen millimeter, in honderd gelijke deelen, op glas verdee
die, voor omtrent dertig jaren, door den Heer E. WENCK
BACH vervaardigd was.

De mikrometer heeft drie platen, die zich over elkan
heen laten schuiven. De onderste draagt eenen draad,
zich met de plaat laat verzetten, alleenlijk opdat dezel
grootheid aan den hemel op verschillende deelen der schr
zoude kunnen worden uitgemeten. De tweede plaat dra
twee draden, die loodregt op elkander staan en wordt
wogen door de eigenlijke mikrometerschroef, zoodat
haar de metingen worden volbragt. De derde plaat dra
de oogbuis, die zich, met betrekking tot de draden,
laten verzetten. Daar de onderste plaat mij, voor mijn
derzoek, niet kon dienen, wilde ik den glas-mikrome
door was, op eene oogbuis vastplakken en dien, door
verzetten van de bovenste plaat, telkens de noodige ve
derde standen met betrekking tot de mikrometer-sch
geven, maar, wegens een nieuw gebrek van den mikro
ter, gelukte dit niet. De drie genoemde platen beho
zich tusschen drie afzonderlijke paren van lijsten te be
gen en bij den ouden mikrometer is dat ook het ge
Bij den nieuwen mikrometer beweegt zich echter de
lairplaat tusschen de lijsten der mikrometerplaat zelve
ten gevolge daarvan, werd de oculairplaat met de mi
meterplaat medegesleept en de glasmikrometer, onder

meten, met betrekking tot de mikrometerschroef, verzet. Ik behoefde volstrektelijk iets, waardoor de glasmikrometer met juistheid, in willekeurige standen met betrekking tot de mikrometerschroef, gesteld kon worden, zonder dat zij die standen onder het meten verloor en, bij gebrek aan iets anders, nam ik mijne toevlugt tot den verzekeringskijker van het universaal-instrument van ERTEL, wiens oogbuis een diaphragma bevat, aan hetwelk, door eene schroef van buiten, eene fijne beweging gegeven kan worden. Ik nam de oculairplaat van den mikrometer af en plakte, met was, onmiddellijk op de mikrometerplaat, een koperen plaatje, met eene opening. Op dat plaatje plakte ik, met was, de oogbuis van den genoemden verzekeringskijker; op het diaphragma van die buis, insgelijks met was, een naauwer buisje, dat buiten haar uitstak en eindelijk, alweder met was, op het laatstgenoemde buisje den glasmikrometer. Ofschoon mijn torentje niet uit gebruikelijke bouwstoffen was opgetrokken, bewees het zijne diensten volkomen. Het mikroskoop van LEREBOURS, in welks oogbuis kruisdraden waren gespannen, werd op den glasmikrometer gerigt. De onderlinge afstand van de draden der mikrometerschroef is 0,328 m.m. zoodat eene ruimte van 8 deelen des glasmikrometers nagenoeg met een vierde deel van eenen omgang der schroef moest overeenkomen. De ruimte tusschen de uiteinden van hetzelfde tweetal strepen des glasmikrometers, die 8 deelen van elkander verwijderd zijn, werd alzoo, aanvangende bij de punten 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 en 90 des trommels, uitgemeten. De trommel werd op het aanvangspunt gesteld en, door het schroefje van de genoemde oogbuis, kon men daarbij het eene uiteinde van de ruimte, die uitgemeten moest worden, met het snijpunt der kruisdraden in het mikroskoop, doen overeenkomen. De strepen van den glasmikrometer vertoonden zich, bij eene vergrooting van omtrent 500 malen, in eene toereikende zuiverheid. Bij elk aanvangspunt werd de ge-

gevene ruimte vijf malen uitgemeten en al die meting
werden uitgestrekt over de vier omgangen der schroef, d
op de schaal, met de punten 28, 29, 30 en 31 aanva
gen en bij het meten van dubbele sterren alleen in aa
merking komen. Voor dat onderzoek moest alzoo 400 m
len worden ingesteld en afgelezen en het geheele werk we
op vier verschillende dagen, den 23, 25, 26 en 27 Sep
1865, herhaald, zoodat de einduitkomsten op 1600 af
zingen rusten. De volgende tabellen geven de uitkomste
op iederen der genoemde dagen, verkregen. De eerste reg
drukt daarbij de aanvangspunten uit, naar den tromm
der schroef, en de eerste kolom vermeldt de onderzoch
omgangen der schroef, naar de aanwijzing der schaal. I
overige kolommen geven de verkregene lengten van
aangenomene ruimte, in deelen van den trommel en hon
derdste deelen van die deelen, uitgedrukt.

23 September 1865.

Schaal	0	10	20	30	40	50	60	70	80
28	25,16	24,76	23,94	22,98	23,46	24,08	24,88	25,04	25,3
29	25,32	24,74	24,00	22,96	23,10	23,94	24,86	24,88	25,4
30	25,18	24,66	24,10	22,92	23,06	23,90	24,72	24,78	25,4
31	25,12	24,82	24,20	22,94	23,10	23,98	24,66	24,92	25,5
Midd.	25,19	24,84	24,06	22,95	23,18	23,97	24,78	24,90	25,4

25 September 1865.

28	25,10	24,46	23,46	22,94	23,10	24,12	24,78	25,08	25,4
29	25,26	24,60	23,80	22,94	23,12	24,14	24,80	24,90	25,2
30	25,16	24,58	23,66	22,98	23,38	24,00	24,90	24,98	25,3
31	25,36	24,64	23,84	23,12	23.40	24,36	24,86	24,96	25,2
Midd.	25,22	24,57	23,69	22,99	23,25	24,15	24,83	24,98	25,2

26 September 1865.

28	25,20	24,68	23,70	23,18	23,56	24,10	24,70	25,00	25,3
29	25,20	24.48	23,64	23,24	23,26	24,00	24,54	24,94	25,2
30	25,08	24,50	23,76	23,02	23,50	24,02	24,62	24,90	25,2
31	25,18	24,56	23,86	23,04	23,22	24,12	24,62	24,88	25,0
Midd.	25,16	24,55	23,74	23,12	23,38	24,06	24,62	24,93	25,2

27 September 1865.

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
25,14	24,50	23,68	23,24	23,40	24,10	24,86	24,84	25,34	25,22
25,32	24,52	23,72	23,18	23,34	24,20	24,86	24,96	25,38	25,18
25,28	24,76	23,72	28,14	23,26	24,12	24,80	24,92	25,32	25,04
25,18	24,54	23,76	23,12	23,22	24,06	24,84	25,06	25,22	25,12
25,23	24,58	23,72	23,17	23,30	24,12	24,84	24,94	25,31	25,14

Het midden uit de middentallen, op de vier verschil-lende **dagen** verkregen, geeft, naar de vroeger aangenomen eekens:

u in deelen.	u in graden.	$u'-u$	$u'-u-f$
0	0	25,20	+ 0,79
10	36	24,63	+ 0,22
20	72	23,80	— 0,61
30	108	23,06	— 1,35
40	144	23,28	— 1,13
50	180	24,07	— 0,34
60	216	24,77	+ 0,36
70	252	24,94	+ 0,53
80	288	25,31	+ 0,90
90	324	25,05	+ 0,64

Het midden uit alle uitkomsten, voor $u'-u$ verkregen, en **alzoo de** waarde van f, is 24,41 deelen, of 87° 52′ 34″.

Naar aanleiding hiervan, verkrijgt men de eindvergelijkingen:

$$6{,}939\ \alpha = -\ 1{,}1929$$
$$6{,}939\ \beta = -\ 5{,}0263$$
$$9{,}993\ \alpha' = +\ 0{,}9516$$
$$9{,}993\ \beta = +\ 1{,}1631$$

en **alzoo voor** de periodieke fouten der schroef:

$$f\ u = -0{,}136\,Cos.u - 0{,}724\,Sin.u + 0{,}110\,Cos.2u + 0{,}134\,Sin.2u.$$

Men ziet dat de periodieke fouten der schroef, door het

verzetten van den steenen cylinder, wel aanmerkelijk zij
verminderd, maar toch nog vrij aanzienlijk zijn geblever
Indien de periodieke fout alleenlijk voortvloeit uit een' schee
ven stand van de vlakte, waartegen de schroef rust, in ve
band met eene excentriciteit van haar steunpunt, dan mo
zij evenredig zijn aan den sinus van de aflezing op de
trommel. De omstandigheid, dat de coëfficiënt van *Sin.*
de overige coëfficiënten zoo aanmerkelijk overtreft, ka
doen vermoeden, dat de genoemde gebreken de voornaam
ste oorzaken van de periodieke fouten der schroef zijn ge
bleven. In het algemeen zullen de periodieke fouten een
mikrometerschroef geheel en al veranderd kunnen zijn, i
dien de vlakte, waartegen zij rust, na het uitéénneme
van den toestel, voor zijne reiniging, niet volkomen d
vroegeren stand heeft herkregen. Ik twijfel of men die b
zonderheid ooit heeft in acht genomen.

Door eene ruimte van 8 deelen des glasmikrometers, b
paalde ik eenige malen het volstrekt bedrag der foute
voor vier punten van den omtrek der schroef, die 90°
elkander liggen en verkreeg voor de omgangen 29 en
der schroef:

	0	25	50	75	10
22 Sept.	0	— 0,84	+ 0,41	+ 0,72	0
23 „	0	— 0,86	+ 0,40	+ 0,73	0
28 „	0	— 0,86	+ 0,40	+ 0,73	0
Midden	0	— 0,86	+ 0,40	+ 0,71	(

De formule geeft, voor dezelfde punten, als men de f
voor $u = 0$, die naar willekeur kan worden aangenom
gelijk nul stelt:

$$0 - 0.81 + 0,27 + 0,64 \quad 0.$$

Het verschil, dat grooter is dan men, wegens de o

eenstemming tusschen de uitkomsten, die op dezelfde wijze verkregen zijn, zoude verwachten, laat zich; behalve uit de fouten der metingen, hieruit verklaren, dat bij de formule slechts vier termen zijn in acht genomen, terwijl bij de volstrekte bepaling verondersteld moest worden, dat de fout zich niet verandert, als *u* eene verandering van een paar deelen ondergaat.

Naar de formule laten zich de fouten, voor alle aflezingen van den trommel, berekenen en in rekening brengen Men kan daardoor beter beoordeelen in hoe ver verschillen, tusschen uitkomsten voor dezelfde grootheid verkregen, aan de waarnemingen liggen, maar ik acht het het veiligst, om, waar dit mogelijk is, de fouten der schroef, door het midden uit welgeordende metingen, te vereffenen. Bij mij zal het, in het vervolg, regel zijn, geene metingen met den draden-mikrometer voor gesloten te houden, zoolang omtrent hetzelfde voorwerp, bij denzelfden toestand van het werktuig, geene vijf reeksen van metingen zijn volbragt, bij welke de aanvangspunten zeer eenparig over den omtrek des trommels zijn verdeeld,

Men heeft nu en dan de metingen zamengesteld, die omtrent dezelfde dubbele sterren, in vroegeren en lateren tijd zijn volbragt geworden en natuurlijkerwijze moest dit telkens geschieden, voor elke der dubbele sterren, wier loopbaan men trachtte door berekening te bepalen. W. STRUVE, die, in zijne onderzoekingen omtrent dubbele sterren, slechts zeer weinige voorgangers had, bragt in het jaar 1837 in zijn eerste groote werk, die stelsels betreffende, de bestaande metingen omtrent de meest merkwaardige bijéén *). MÄDLER deed dit, in het jaar 1847, op eene zeer groote schaal, in een der twee boekdeelen, door hem aan de stel-

---

*) *Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae, etc. Auctore* F. G. W STRUVE. *Petropoli*, 1837.

sels in de hoogere streken des hemels toegewijd *). In he het jaar 1852, toen het getal van hen, die zich met he uitmeten van dubbele sterren bezig hielden, reeds aanmer kelijk was vergroot, stelde BISHOP alle bekende metingen omtrent een groot aantal dubbele sterren, te zamen †) Door FLETCHER en Lord WROTTESLEY geschiedde dit, in d jaren 1854—1861, voor eenige weinige dubbele sterren §) In het jaar 1862 bragt AUWERS alle metingen omtren dubbele sterren bijeen, die met den heliometer te Konings bergen zijn volbragt geworden **). Ten laatste stelde EN GELMANN, in dit jaar, alle bekende metingen te zamen die volbragt waren omtrent het negentigtal dubbele ster ren, die door hem met den kleineren kijker van de sterre wacht te Leipzig waren uitgemeten ††). Als men de me tingen overziet, die door verschillende waarnemers omtren dezelfde dubbele sterren zijn volbragt, dan stuit men we niet op zoo groote verschillen als bij de metingen omtren planeten, maar dan bespeurt men toch vele onderlinge af wijkingen, die, al mogen zij in zich zelve klein genoem kunnen worden, toch zekerlijk te groot zijn, met betrek king tot de ruimte, die de dubbele sterren voor ons oog innemen. Het kan bevreemding wekken, dat de metingen door verschillende waarnemers, met zulk een werktuig al de heliometer te Koningsbergen volbragt, nog zoo aan merkelijk uitéén kunnen loopen. Na W. STRUVE hebbe

*) *Untersuchungen über die Fixstern-Systeme von Dr.* J. H. MÄDLER. *Er ster Theil. Mitau und Leipzig*, 1847.

†) *Astronomical Observations, taken at the observatory, South villa, du ring the years* 1839—1851, *under the direction of* G. BISHOP, *etc. London* 1852.

§) *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, vol. XXII, pag. 181 e vol. XXIX, pag. 160.

**) *Astron. Nachr.* Band 59. bl. 1.

††) *Messungen von neunzig Doppelsternen, am sechsfüssigen Refractor de Leipziger Sternwarte, ausgeführt von Dr.* R. ENGELMANN. *Leipzig*, 1865.

zich onderscheidene sterrekundigen, wier namen door EN-
GELMANN met zorg vereenigd zijn *), op het meten van dubbele sterren toegelegd; en openbaart dat meten geene naauwkeurigheid, geëvenredigd aan zijn doel, zoo verdient het ook de aandacht, dat men, bij de meesten dier sterrekundigen, geen spoor ontdekt van eene onderzoeking des toestels, waarmede de metingen zijn volbragt geworden. Had men de fouten der schroeven bepaald of vereffend, dan zoude de overeenstemming tusschen de uitkomsten veel grooter zijn dan nu. Bij hetgeen mij is wedervaren, vermeen ik allen, die, door middel van schroeven, fijne metingen te volbrengen hebben, tegen een blind vertrouwen op die hulpmiddelen te moeten waarschuwen.

Leiden, den 22 Nov. 1865.

---

*) Het aangehaalde werk, bl. 8 en 9.

OVERZIGT

VAN DE

HEERSCHENDE WINDEN

EN DAARBIJ

WAARGENOMEN BAROMETERSTANDEN

TE NAGASAKI,

OP HET EILAND DESIMA IN JAPAN.

DOOR

J. VAN GOGH.

De meteorologische waarnemingen, verrigt op het ei
Desima in Japan, omvatten thans een tijdvak van n
noeg twintig jaren.

De eerste reeks daarvan, bewerkt door ons geacht m
lid F. J. STAMKART, werd opgenomen in de Verhandeli
der eerste klasse van het voormalig Koninklijk Ne
landsch Instituut van Wetenschappen; — de latere,
pende tot September 1855, zijn gedrukt in de Jaarbo
van 1855 en 1856 van het Koninklijk Nederlan
Meteorologisch Instituut, met bijvoeging van een ho
belangrijk overzigt van de uitkomsten uit die waarnemi
verkregen, waarbij onder anderen grondig wordt aangeto
in hoeverre, volgens het vrij geregeld heerschen van
schillende winden op gezette tijden des jaars, dit ged
van Japan voorzeker moet gerekend worden nog tot
gebied der moussons te behooren.

Ook uit andere bronnen en de vele waarnemingen
zeereizigers was het reeds lang bekend en algemeen
genomen, dat benoorden het eiland Formosa, langs de

kust van Azië en over den Japanschen Archipel, tot omstreeks den meridiaan van 140° oosterlengte van Greenwich, twee moussons van ongelijken duur elkander opvolgen — namelijk de Z. W. mousson, van Julij tot October, en de N. O. mousson, die omstreeks het einde van October invalt en tot Junij heerscht.

Ook hier vindt dus plaats, wat zoo bijzonder voor het noordelijk gedeelte der Chineesche zee geldt: dat namelijk de N. O. mousson omstreeks tweemaal zoo lang aanhoudt en harder doorstaat, dan de tegenovergestelde, en zulks dewijl de zooveel koudere en zwaardere luchtstroom van het N. O. met veel meer neiging en kracht naar de verijlde streken wordt heengevoerd om het evenwigt weder te herstellen.

Wat den wind betreft, komen echter de waarnemingen op Desima niet ten volle overeen met het hoofdkarakter van dien N. O. mousson, daar, in stede van N.-oostelijke winden, slechts N.-westelijke, aangeteekend staan.

De oorzaak hiervan moet evenwel alleen gezocht worden in de locale gesteldheid dezer plaats, die grootendeels omringd door eene bergachtige landstreek, slechts aan de N. N. W. zijde, door het dal gevormd tusschen de bergen Kompira en Inasa take, en aan de Z. Z. W. zijde door de opene strekking der baai, vrijen toegang aan den luchtstroom laat.

Herhaaldelijk toch heb ik op mijne kruistogten nabij Nagasaki waargenomen, dat in volle zee N.-oostelijke winden overwegend heerschten, terwijl binnen de baai de wind N. N. W. werd aangeteekend, en overigens de weêrsgesteldheid dezelfde was.

Eene andere bijzonderheid, die meermalen mijne aandacht trok, was, dat vooral tijdens het heerschen van den Z. W. mousson, de Barometer dikwijls hooger stand aangaf bij Zuidelijke dan bij Noordelijke winden.

Ik vond daarin aanleiding om de waarnemingen te De-

sima verrigt nader te onderzoeken, en ze in zoodanig
zin te rangschikken, dat daaruit de analogie tusschen
luchtdrukking en den heerschenden wind in meer bijz
derheden zoude te voorschijn treden.

Eenige tabellen die uit die bewerking zijn voortgevlo
worden hierbij overgelegd.

De eerste tabel bevat de hoeveelheid waarnemingen a
gaande den wind en den overeenkomstigen Baromet
stand van des morgens 9 uren en 's namiddags 3 uren.
zijn geordend voor de 16 windstreken en volgens de
maanden des jaars.

Daaruit blijkt dat in het geheel 10.000 waarneming
zijn benuttigd.

Deze waren echter niet over iedere maand gelijk v
deeld, aangezien zij over het gebezigde tijdvak van 18
ren (loopende van 1845 tot 1863) voor verscheidene ma
den ontbraken; weshalve in tabel III die getallen p
centswijze zijn herleid, zoodat daarin, wat de windrigt
betreft, de verhouding wordt uitgedrukt, hoeveel maal
honderd waarnemingen iedere bijzondere windrigting in
verschillende maanden des jaars voorkomt.

Daarnaar zijn twaalf windrozen vervaardigd, zie Tabel
waarbij iedere windrigting beschouwd moet worden als uit
middelpunt uitgaande, en wordt de verhouding in
verre die in meerdere of mindere mate heerscht, aangege
door de lengte des straals, voor zoo ver die buiten den cir
omtrek der roos verlengd is. Zoo zoude bij voorbeeld
de maand Januarij, wanneer daarin uitsluitend de Noo
wind had geheerscht, zulks in de windroos voorges
zijn geworden door de geheele lengte der gebezigde sch
Daar evenwel op iedere honderd waarnemingen, de Noo
wind in die maand slechts 38 maal voorkomt,

bevat de lijn der Noordewinden in de figuur slechts 3,8 deelen der schaal.

Hieruit treedt nu in alle bijzonderheden het heerschen en omloopen van den wind gedurende èen geheelen jaarkring te voorschijn.

Met September aanvangende, welke maand eene treffende overeenkomst aanbiedt met den gemiddeld heerschenden wind over het geheele jaar: —

Zoo blijkt uit de windroos, dat de resultante nog iets bewesten het Noorden valt.

De Noordelijke winden komen tweemaal méér voor dan de Zuidelijke, en de Westelijke hebben de overhand boven de Oostelijke: toch ontbreekt eene overheerschende rigting; het is de kentering-maand tusschen den Zuidelijken en den Noordelijken mousson. In October heerschen echter de N. winden meer overwegend, ook de N. O. en N. W. winden zijn in gelijke mate toegenomen als de Z. W. zijn afgenomen, en de windroos duidt genoegzaam het karakter aan van den N. mousson.

In de maanden November, December, Januarij, Februarij en Maart, is zulks echter bijzonder het geval. Oostelijke winden komen zeer weinig voor. Noordelijke en westelijke winden heerschen ongestoord. De resultante valt tusschen het N. en N. t. W.

April en Mei daarentegen zijn weder de overgangsmaanden van den eenen mousson tot den anderen, en valt de resultante meer westwaarts. In April namelijk N. W. t. W., in Mei iets bezuiden het W.

De maanden Junij, Julij en Augustus toonen duidelijk aan het heerschen van den Z. W. mousson, en vooral in de maand Julij blijkt die zoo ongestoord de overhand te hebben, dat de N. winden nagenoeg in het geheel niet meer voorkomen.

De resultante voor deze maanden. zelfs voor Augustus,

valt nog bezuiden het Z. W., om reeds in de volge maand plotseling naar het Noorden over te springen; en toont zulks aan, dat de Noordelijke luchtstroom overwegende kracht het gebied herneemt, dat hij als ware noode en hoogstens gedurende drie maanden, en verdeeld slechts gedurende ééne maand (Julij), aan zuidelijken luchtstroom had afgestaan.

Te Nagasaki heerscht alzoo gedurende zes maanden jaars, van October tot April, een N. W. mousson. T maanden, April en Mei, zijn noodig om langzaam e kentering te doen plaats grijpen: — waarop gedure drie maanden, Junij, Julij en Augustus, de Z. W. mous volgt, die alsdan tevens van af den Equator zich het kra tigst over de geheele Chineesche zee doet gevoelen, d in September zijne intensiteit verliest, om, na eene k kentering van nog geen maand, in October weder d den N. W. mousson vervangen te worden.

Tot het erlangen van een geregeld overzigt van den 0° Celsius herleiden gemiddelden Barometerstand dient bel IV, waarin deze voor iedere windrigting en voor maanden des jaars is ingevuld en daaruit tevens de gem delde standen voor het geheele jaar zijn opgemaakt.

Het blijkt reeds dadelijk uit de cijfers van die T welke onregelmatige afwijkingen zich nu en dan da voordoen; doch er moet in aanmerking worden genomen, enkele windrigtingen slechts zelden voorkomen, en dat zoo het aantal waarnemingen, tot het verkrijgen van eenen middelden Barometerstand voor die windrigting, te ring was om te kunnen aannemen, dat die aanwijzinge regelmatige overeenstemming zouden zijn met den gem delden stand bij de naastvorige of volgende windrigtin

Die onregelmatigheid verdwijnt grootendeels wanneer barometerstanden volgens de jaargetijden gemiddeld den opgegeven.

Volgens de bovenvermelde opgaven blijkt nu, dat, gedurende de maanden November, December, Januarij, Februarij en Maart, vrij gelijke en hooge standen plaats vinden bij de heerschende winden tusschen het N.N.W., N. en O.N.O.

Dat daarentegen daling volgt wanneer de wind omloopt. Het gemiddeld verschil tusschen de hoogste en laagste standen in die maanden bedraagt 3.02 millimeters.

In de maand April zijn de schommelingen in den barometerstand bij de verschillende windrigtingen opmerkelijk minder. Het grootste verschil tusschen den hoogsten en laagsten stand bedraagt 2.56 mm. De eerste komt voor bij N. O. wind, de laagste stand bij Westelijken wind.

In Mei zijn de veranderingen minder regelmatig. Er is een overgang merkbaar, en hoewel het verschil tusschen de hoogste en laagste standen in die maand 2.74 mm. bedraagt, komen echter de hoogste standen voor, zoowel bij N. als Zuidelijke winden.

Voor de maanden Junij, Julij en Augustus openbaart zich dan ook een tegenovergestelde gang van den barometer, wat den heerschenden wind betreft. In die maanden toch vallen geregeld de hoogste standen te zamen met Zuidelijke — de laagste standen daarentegen met Noordelijke winden. In Junij bedraagt het verschil tusschen den hoogsten en laagsten stand 2.09; in Julij 3.31 en in Augustus 3.69 mm. Ook in September bezit de barometergolf nog hetzelfde karakter, alhoewel minder sprekend, en bedraagt het verschil tusschen den hoogsten en laagsten stand 3.24 mm. In October eindelijk bestaat geen regelmatige golving, het grootste verschil bedraagt 2.47 mm.; doch zoowel bij Noordelijke als Zuidelijke winden komen betrekkelijk hooge standen voor. Bovenstaande beschouwing wordt door de volgende opgave nog nader toegelicht.

in	De hoogste standen vallen zamen met winden tusschen het	De laagste stand vallen zamen m winden tusschen h
November.	N. en O.	Z. en W.
December.	N. en O.	Z. en W
Januarij.	N. en O.	Z. en W.
Februarij.	N. en O.	Z. en W.
Maart.	N. en O.	Z. en W.
April..	N. en O.	Z. en W.
Mei.	Z. en W.	N. en W.
Junij..	Z. en W.	N. en O.
Julij.	Z. en W.	N. en O.
Augustus.	Z. en W.	N en O
September.	Z. en O.	N. en
October.	N. en W.	Z.

Zoolang dus de N. W. mousson heers ...alen *hoogste Barometer*-standen te zamen met d... ...usson-wi De laagste standen echter, zoodra de m...son versto wordt, en door Z.-Westelijke winden wordt vervangen.

Daarentegen, tijdens de Z. W. mousson doorstaat, len de *hoogste* standen zamen met den Z. W. wind, laagste standen wanneer er N. Oostelijke winden waai

Zoodat de gewone regel, overal elders op het Noor halfrond gestaafd voor zoo ver daar geen moussons h schen, dat namelijk de noordelijke luchtstroom, als kou en zwaarder zijnde, een betrekkelijk hoogeren barome stand veroorzaakt dan de zuidelijke wind, volgens waarnemingen op Desima in Japan, gedurende de zomermaanden voor die plaats wordt omgekeerd. De delijke winden veroorzaken namelijk hooger barometers dan de Noordelijke winden.

Tabel V en VI geven den gang aan van de temp tuur bij de verschillende windrigtingen, waarnaar de

rectiën om de Barometerhoogten tot 0° Celsius te herleiden, zijn toegepast.

Vergelijking met de gemiddelde temperatuur der buitenlucht doet zien, dat in dezen een gelijkmatig verschil bestaat, en mag daaruit worden afgeleid, dat de gemiddelde temperatuur der Noordelijke en Zuidelijke winden in de verschillende jaargetijden is als volgt:

	N. winden.	Z. winden.	Verschil.
Winter.	5°.6	10°.6	5°
Lente.	13 .1	15 .9	2 .8
Zomer	22 .9	25 .8	2 .9
Herfst	17 .3	20 .7	3 .4

Alhoewel de gang der temperatuurveranderingen voor de verschillende maanden doet uitkomen, dat eene verdeeling van het jaar in vier gelijke saizoenen, in dat opzigt, ook voor Desima geheel van toepassing mag worden geacht, zoo geldt zulks evenwel minder, wat betreft den heerschenden wind en den waargenomen Barometerstand.

Daarvoor komt veeleer de verdeeling des jaars volgens de beide elkander opvolgende moussons in aanmerking, en het is met het oog daarop dat nog afzonderlijk de tabellen VII en VIII vervaardigd zijn, waarin de gemiddelde windrigtingen en overeenkomstige Barometerstanden worden vermeld:

1°. Voor de maanden October tot Maart ingesloten, zijnde het tijdvak, dat de N. en N. W. winden overwegend heerschen.

2°. Voor de maanden Junij, Julij en Augustus; het tijdvak gedurende hetwelk de Z. W. mousson doorstaat.

3°. Voor de kentering-maanden April, Mei en September; en eindelijk voor de twaalf maanden des jaars gemiddeld.

TABEL I.

WAARNEMINGEN OMTRENT DE RIGTING VAN DEN WIND EN DEN OVEREENKOMSTIGEN BAROMETER-STAND OVER EEN TIJDVAK VAN 15 JAREN TE NAGASAKI.

MAANDEN.	Noord	NNO	NO	ONO	Oost	OZO	ZO	ZZO	Zuid	ZZW	ZW	WZW	West	WNW	NW	NNW	STILTE.	TOTAAL.
Januarij	353	36	51	9	27	6	13	4	7	18	19	2	27	21	147	184	61	980
Februarij	258	35	44	9	15	6	21	5	14	11	28	13	51	19	149	86	28	792
Maart	290	22	47	6	28	4	25	10	41	26	65	18	44	20	115	82	25	868
April	184	10	24	6	28	14	42	14	110	42	104	16	56	18	78	44	50	840
Mei	147	15	36	7	26	17	51	18	137	66	122	22	63	7	48	44	42	868
Junij	115	15	23	7	37	11	34	14	169	110	126	34	41	6	42	21	35	840
Julij	87	0	28	8	34	14	46	36	212	135	181	28	68	0	18	12	26	868
Augustus	99	20	42	9	29	1	49	27	112	102	143	17	72	4	35	26	19	806
September	183	21	63	19	46	21	45	13	87	33	71	6	39	6	75	28	24	780
October	213	28	81	17	38	6	33	7	31	15	40	2	36	14	109	57	17	744
November	311	43	36	11	30	4	24	6	20	10	20	8	32	12	99	90	40	796
December	329	25	38	9	26	9	14	12	13	9	14	4	31	22	145	106	62	868

TABEL II.

WINDROZEN, VOLGENS DE WAARNEMINGEN TE NAGASAKI, VERZAMELD OVER EEN TIJDVAK VAN VIJFTIEN JAAR.

Januarij.



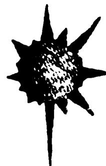
Februarij.



Maart.



April.



Augustus.



Julij.

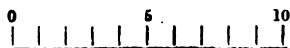


Junij.



Mei.





December.



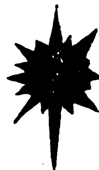
November.



October.



September.



TABEL III.

PROCENTSWIJZE VERHOUDING DER VERSCHILLENDE HEERSCHENDE WINDRIGTINGEN, AFGELEID UIT DE WAARNEMINGEN OVER EEN TIJDVAK VAN 15 JAREN.

MAANDEN.	Noord	NNO	NO	ONO	Oost	OZO	ZO	ZZO	Zuid	ZZW	ZW	WZW	West	WNW	NW	NNW	STILTE.	TOTAAL.
Januarij	38.0	3.9	5.5	1.0	2.9	0.6	1.4	0.4	0.7	1.4	2.0	0.2	2.9	2.3	15.8	14.4	6.6	100
Februarij	32.6	4.4	5.6	1.1	1.9	0.8	2.7	0.6	1.8	1.4	3.5	1.6	6.4	2.4	18.8	10.9	3.5	100
Maart	33.4	2.5	5.4	0.7	3.2	0.5	2.9	1.1	4.7	3.0	7.5	2.1	5.1	2.3	13.2	9.5	2.9	100
April	21.9	1.2	2.9	0.7	3 3	1.7	5.0	1.7	13.1	5.0	12.4	1.9	6.7	2.1	9.3	5.2	5.9	100
Mei	16.9	1.7	4.2	0.8	3.0	2.0	5.9	2.1	15.8	7.6	14.0	2 5	7.3	0.8	5.5	5.1	4.8	100
Junij	13 7	1.8	2.7	0.8	4.4	1.3	4 1	1.7	20.1	13.1	15.0	4.0	4.9	0.7	5.0	2.5	4.2	100
Julij	4.3	0.1	2.6	0.8	3.9	1.6	5.8	4.1	24.4	15.6	20.9	3.2	7.8	0.1	2.1	1.4	2.8	100
Augustus	12.3	2.5	5.2	1.1	3.6	0.1	6.1	3.4	13.9	12.7	17.7	2.1	8.9	0.5	4.3	3.2	2.4	100
September	28.5	2.7	3.1	2.4	5.9	2.7	5.8	1.7	11.2	4.2	9.1	0.7	5.0	0.7	9.6	3.6	3.1	100
October	28.6	3.8	10.9	2.8	5.1	0.8	4.4	0.9	4.2	2.0	5.4	0.8	4.8	1.9	14.6	7.7	2.8	100
November	39.1	5.4	4.5	1.4	3.8	0.5	3.0	0.7	2.5	1.3	2.5	1.0	4.0	1.5	12.5	11.3	5 0	100
December	37.9	2.9	4.4	1.0	3.0	1.0	1.6	1.4	1.5	1.0	1.6	0.5	3.6	2.5	16.7	12.2	7.2	100

TABEL IV.

GEMIDDELDE BAROMETERSTANDEN HERLEID TOT 0° CELSIUS OVER EEN TIJDVAK VAN 15 JAREN, GERANGSCHIKT VOLGENS DE MAANDEN DES JAARS, EN DE VERSCHILLENDE WINDSTREKEN.

MAANDEN DES JAARS.	Noord	NNO	NO	ONO	Oost	OZO	ZO	ZZO	Zuid	ZZW	ZW	WZW	West	WNW	NW	NNW	Gem. stand voor iedere maand.	Aantal waarnemingen.
Januarij	66.38	66.80	66.91	66.74	65.77	65.69	65.17	64.04	63.22	64.09	62.88	62.69	63.29	63.85	64.71	66.24	65.71	930
Februarij	65.16	65.30	65.61	65.48	65.08	64.70	64.55	65 70	64.32	63.82	63.16	63.06	63.25	63.06	64.70	65 41	64.23	792
Maart	62.99	64.01	63.78	63.90	64.14	64.47	63.87	63.83	62.47	64.08	63.21	61 78	62.29	62.85	63.75	63.98	62.61	868
April	61.69	61.45	62.61	62.02	61.46	60.97	60.82	60.95	60.40	61 51	60.66	60 96	60.05	61.61	61.23	61.71	61.16	840
Mei	59.51	60.12	59.06	59.00	59.40	59.50	59.49	58.85	58.68	60.65	59.17	59 63	58.22	57.91	58.66	59.97	59.23	868
Junij	55 81	56.57	56.19	56.30	55.19	55.11	56.19	56.78	56.39	57.28	55.99	56.32	56.47	56.13	56.06	57.23	56.25	840
Julij	55.38	56.00	55 74	56.57	55 85	56.32	56.49	56.80	56.85	58.69	56.76	56.56	57 50	56.00	55.98	55.78	56.81	868
Augustus	53 19	55.03	54.15	55.45	55.49	56.44	56.41	56.54	56.17	56.88	55.67	55 25	55.51	55.74	55.26	55.16	55.58	806
September	57.21	57.82	56 28	57.74	58.69	59.06	59.52	58.90	59.00	58.57	58.63	58.14	58.00	58.37	58.78	58.34	58.22	780
October	62.00	62.07	62.41	63.16	62.34	63.78	62.24	61.83	61.41	62.31	60.91	61.38	60.91	63.38	61.66	62.66	62.09	744
November	65.03	65.52	65 54	65.57	64.54	64.86	63.6[illegible]	63.22	63 87	64 09	63 10	63.91	64.61	65.06	64.30	65.42	64.89	796
December	66.19	66.71	65.51	65.63	66.22	65.55	65.02	63 43	63.02	65.48	65.20	62.89	63.72	63.46	65.47	65.88	65.70	868
Gemidd Stand.	62.65	62.57	61.41	61.56	60.67	60.43	60.08	59.22	58.23	59.26	58.57	58.94	59.71	62.06	62.56	63.61	6104	10000
Aantal waarnem.	2519	270	508	1)2	864	118	397	166	953	572	933	170	555	149	1060	730		10000

(429 Waarnemingen Stilte.)

TABEL V.

GEMIDDELDE TEMPERATUUR VAN HET KWIK IN GRADEN CELSIUS, WAARVOOR DE CORRECTIËN OP DE BAROMETERHOOGTEN ZIJN TOEGEPAST.

MAANDEN.	Noord	NNO	NO	ONO	Oost	OZO	ZO	ZZO	Zuid	ZZW	ZW	WZW	West	WNW	NW	NNW	Gemiddeld.	Temperatuur der buitenlucht.	Verschil.
Januarij	7.6	9.6	8.5	10.0	10.0	12.0	10.2	10.3	14.0	12.6	11.2	10.3	8.6	9.1	8.8	8.4	8.6	5.7	2.9
Februarij	8.0	8.1	9.8	10.0	8.5	7.2	12.0	10.7	11.1	12.0	11.7	10.3	10.8	10.7	9.6	9.5	9.5	6.5	3.0
Maart	12.2	12.2	12.2	12.0	9.5	14.6	14.9	12.8	15.3	14.4	14.8	15.6	13.8	13.2	12.4	12.5	12.9	9.6	3.3
April	16.6	17.6	17.7	16.3	21.3	18.6	18.8	18.0	18.7	18.8	18.2	17.2	17.3	17.6	17.2	17.0	17.8	14.7	3.1
Mei	21.3	20.5	21.5	21.0	22.0	22.5	23.3	23.1	23.6	22.3	21.4	23.4	21.6	22.0	21.7	20.4	22.2	18.7	3.5
Junij	22.9	21.3	24.4	22.3	24.0	24.4	25.7	27.0	25.8	25.9	25.1	25.3	24.2	24.8	24.5	23.1	25.2	21.8	3.4
Julij	27.3	27.0	28.0	28.0	28.0	28.7	27.0	27.8	29.0	29.2	28.5	28.6	29.8	28.0	25.1	24.8	28.6	26.3	2.3
Augustus	29.4	29.6	30.1	29.6	30.0	29.0	28.5	29.4	30.3	30.0	30.4	29.3	29.6	29.0	29.2	29.2	29.8	27.4	2.4
September	26.6	28.1	28.2	31.3	28.0	27.2	26.0	30.9	27.0	28.0	26.8	27.4	26.5	26.4	26.0	26.5	26.9	24.3	2.6
October	22.4	22.0	21.1	19.7	23.3	22.0	21.4	19.9	22.8	24.0	23.0	21.3	21.7	20.5	21.5	20.1	21.6	18.2	3.4
November	15.0	15.7	16.1	19.1	15.5	17.8	18.6	21.2	19.8	18.7	18.3	18.0	18.0	16.3	16.6	15.9	16.3	12.7	3.6
December	11.5	10.5	12.0	12.0	12.2	12.6	14.2	15.2	16.0	13.3	14.7	11.0	13.8	12.6	11.6	12.0	12.1	7.7	4.4

TABEL VI.

GEMIDDELDE TEMPERATUUR VAN HET KWIK IN GRADEN CELSIUS VOOR DE VIER JAARGETIJDEN, WAARVOOR CORRECTIE OP DE BAROMETER-HOOGTE IS TOEGEPAST.

JAARGETIJDEN.	Noord	NNO	NO	ONO	Oost	OZO	ZO	ZZO	Zuid	ZZW	ZW	WZW	West	WNW	NW	NNW	Gemiddeld.	Temperatuur der buitenlucht.	Verschil.
Winter. Dec., Jan., Febr.	9.0	9.4	10.1	10.6	10.2	10.6	12.1	12.1	13.7	12.6	12.5	10.5	10.9	10.8	10.0	10.0	10.1	6.6	3.5
Lente. Maart, April, Mei	16.7	16.8	17.1	16.4	17.6	18.6	19.0	18.0	19.2	18.5	18.1	18.7	17.6	17.6	17.1	16.6	17.6	14.3	3.3
Zomer. Junij, Julij, Aug.	26.5	25.9	27.5	26.6	27.3	27.4	27.1	28.1	28.4	28.4	28.0	27.7	27.8	27.3	26.3	25.7	27.9	25.2	2.7
Herfst. Sept., Oct., Nov.	21.3	21.6	21.5	23.3	22.3	22.1	22.0	24.0	23.2	23.6	22.7	22.2	22.1	21.1	21.3	20.8	21.6	18.4	3.2
Gemiddeld . . .	18.4	18.5	19.1	19.3	19.4	19.7	20.0	20.5	21.1	20.8	20.3	19.8	19.6	19.2	18.7	18.1	19.3	16.1	3.2



VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.



VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

TWEEDE REEKS.

TWEEDE DEEL.

AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1868.

GEDRUKT BIJ W. J. DE ROEVER KRÖBER.

INHOUD

VAN HET

TWEEDE DEEL,

TWEEDE REEKS.

VERSLAGEN.

MEDEDEELINGEN.



BESCHOUWING

VAN

DEN REGELMATIGEN 257-HOEK.

DOOR

J. BADON GHIJBEN.

In een naschrift, achter mijne bijdrage over de regelmatige eelhoeken geplaatst (*Zie Verslagen en Mededeelingen*, 2e Reeks,)eel I, bladz. 315), heb ik de uitkomsten opgegeven van een onderzoek, dat ik tot berekening van de zijden en diagonalen les regelmatigen 17-hoeks had bewerkstelligd. Sedert dien tijd heb ik geen weêrstand kunnen bieden aan de zucht, om een dergelijk onderzoek in te stellen ten aanzien van den regelmatigen 257-hoek, die, volgens de bekende formule van GAUSS, als beschrijfbare veelhoek, op den 17-hoek volgt. Ik stelde mij daarbij bepaaldelijk voor, de noodige formulen op te sporen, volgens welke de zijde en diagonalen des veelhoeks, alleen door het achtereenvolgens trekken van vierkantswortels, zouden kunnen berekend worden. De zamengesteldheid der voor den 17-hoek verkregen vormen in aanmerking nemende, ontveinsde ik mij geenszins, dat de 257-hoek ontwijfelbaar vormen moest opleveren, die nog *veel* zamengestelder waren. Hierdoor liet ik mij echter niet afschrikken. Meermalen had ik de ondervinding opgedaan, dat vormen, die zich door hun barbaarsch voorkomen an alle mogelijke behandeling schijnen te onttrekken, door unstgrepen in bedwang konden worden gehouden; dit kon ook ier het geval zijn; en, na vrij wat moeite en overleg, mogt k er dan ook weder in slagen, de begeerde formulen uit te rengen.

Daar het ingestelde onderzoek mij bovendien een aantal zeer merkwaardige eigenschappen van den 257-hoek deed kennen,

en ik dus meende te mogen onderstellen, dat de mede mijner beschouwingen den beoefenaren der meetkunst n ders dan welgevallig kon zijn, heb ik die beschouwing mengevat in het volgend opstel, dat ik bij dezen aan d demie van Wetenschappen aanbied.

§ 1.

In mijne bovengenoemde vroegere bijdrage is reeds ge dat men, bij de regelmatige veelhoeken van een oneven zijden, met vrucht gebruik kan maken van de koorden, omgeschreven cirkel tot de bogen behoorende, die de supp ten zijn van de bogen door de uit één hoekpunt getr zijden en diagonalen des veelhoeks onderspannen. In de hoek zijn 256 zulke supplementskoorden, waaronder er 128 van verschillende grootte zijn. Om deze koorden, vrees voor verwarring, behoorlijk van elkander te kunnen scheiden, kwam het mij noodig voor eene bijzondere doch e dige notatie aan te nemen. Hiertoe stelde ik *koorde* (π—

[f], waarin f eenig geheel getal beteekent, terwijl a =

dienvolgens worden dan de genoemde 128 supplementsk naar hare afdalende grootte gerangschikt, voorgesteld d teekens [1], [2], [3], [4], enz... tot [128]; dat is, d tusschen twee haakjes van deze bepaalde gedaante ge ranggetallen, die voor iedere koorde aanwijzen, de hoe zij in de afdalende rei der koorden is. Producten en van die koorden worden dan, op de gewone wijze, door elkanderplaatsing en door exponenten aangeduid.

Tusschen al deze koorden bestaan een onnoemelijk betrekkingen van afhankelijkheid. De eenvoudigste dier kingen vloeijen onmiddellijk uit bekende goniometrische len voort. Zij zijn hoofdzakelijk de volgende:

$$[0] = 2, \; [-f] = [f],$$

$$[f]\,[g] = [f-g] + [f+g] = [g-f] + [g+$$

$$[f]^2 = [f]\,[f] = [0] + [2f] = 2 + [2f$$

$$[257 \pm f] = -[f], \; [514 \pm f] = [f],$$

$$[(2i+1)\times 257 \pm f] = -[f], \; [(2i)\times 257 \pm f] = [$$

kunnende uit de beide laatste formulen, waarin i eenig geheel getal verbeeldt, altijd eene zoodanige keuze geschieden, dat f niet grooter dan 128 wordt.

Ten einde te doen zien welk gemakkelijk hulpmiddel de aangenomene notatie verschaft, om uit de genoemde eenvoudige betrekkingen meer zamengestelde af te leiden, moge een enkel voorbeeld toereikend zijn. Laat b. v. de vraag zijn het gedurig product [1] [2] [4] [8] [16] [32] [64] [128] tot eene som van koorden te herleiden, dan heeft men:

$$[1][2] = [1] + [3],$$

$$[1][2][4] = [1][4] + [3][4] = [3] + [5] + [1] + [7] =$$
$$= [1] + [3] + [5] + [7];$$

op deze wijze voortgaande, verkrijgt men achtereenvolgens:

$$[1][2][4][8] = [1] + [3] + [5] + [7] + [9] + [11] + [13] + [15],$$
$$[1][2][4][8][16] = [1] + [3] + [5] + \textit{enz... tot} + [29] + [31],$$
$$[1][2][4][8][16][32] = [1] + [3] + [5] + \textit{enz... tot} + [61] + [63],$$
$$[1][2][4][8][16][32][64] = [1] + [3] + [5] + \textit{enz.. tot} + [125] + [127],$$

waarin overal door de woorden „enz... tot” de som van al de tusschenliggende koorden met onevene ranggetallen wordt aangewezen. Vermenigvuldigt men nu de laatste uitdrukking nog met [128], dan wordt:

$$[1][128] = [127] + [129] = [127] - [128],$$
$$[3][128] = [125] + [131] = [125] - [126],$$
$$[5][128] = [123] + [133] = [123] - [124],$$
$$\text{enz., enz.}$$
$$[125][128] = [3] + [253] = [3] - [4],$$
$$[127][128] = [1] + [255] = [1] - [2],$$

zoodat men voor het gevraagde product verkrijgt:

$$[1][2][4][8][16][32][64][128] =$$
$$= [1] - [2] + [3] - [4] + [5] - [6] + \textit{enz...}$$
$$\textit{tot} + [125] - [126] + [127] - [128];$$

komende hier al de 128 koorden beurtelings met de teekens + of — voor, naargelang hare ranggetallen oneven of even zijn.

§ 2.

De in een cirkel beschreven gelijkbeenige driehoek, waarvan twee zijden ieder eenen boog φ onderspannen, is gelijkvormig

met den driehoek, gevormd door twee stralen en de koord
het supplement van φ onderspant. Deze driehoeken gever
de evenredigheid *koorde* 2φ : *koorde* $(\pi-\varphi)$ = *koorde*

waaruit volgt *koorde* $(\pi-\varphi) = \dfrac{koorde\ 2\varphi}{koorde\ \varphi}$; neemt men
achtereenvolgens $\varphi = fa$, $\varphi = 2fa$, $\varphi = 4fa$, en zoo
kens de dubbele waarde, dan komt er:

$$[f] = \frac{k(2fa)}{k(fa)}, [2f] = \frac{k(4fa)}{k(2fa)}, [4f] = \frac{k(8fa)}{k(4fa)}, [8f] = \frac{k(16f}{k(8fa}$$

$$[16f] = \frac{k(32fa)}{k(16fa)}, [32f] = \frac{k(64fa)}{k(32fa)}, [64f] = \frac{k(128fa)}{k(64fa)}, [128f] = \frac{k(2}{k(1}$$

maar nu volgt uit $257a = 2\pi$, dat men heeft

$$k\ (256fa) = k(257fa - fa) = k\ (2\pi f - fa) = \pm\ k(f$$

het bovenste teeken geldende als f oneven, het onderste
even is; het gedurige product der zoo even verkregen
waarden wordt derhalve:

$[f]\,[2f]\,[4f]\,[8f]\,[16f]\,[32f]\,[64f]\,[128f] = \pm 1 \ldots$
Neemt men $f=1$, dan geldt het bovenste teeken, en men

$$[1]\ [2]\ [4]\ [8]\ [16]\ [32]\ [64]\ [128] = 1\,;$$

neemt men $f=2$, dan moet men in (α) het onderste
gebruiken, maar dan wordt ook $[128\,f] = [256] = -$
zoodat men slechts op de laatste vergelijking terugkomt
andere waarden van f, zal evenzoo (α) geen verschillende
komsten opleveren, hetzij men voor f een oneven getal
en het bovenste teeken bezigt, hetzij men voor f het d
van dit onevene getal substitueert en het onderste teeke
bruikt. Ook het viervoud, het achtvoud, enz. van een o
getal voor f genomen, kan geen uitkomst opleveren ver
lende van die, welke men vindt door voor f dat onevene get
te nemen. De vergelijking (α) geeft dus al wat zij geven
indien men voor f niet anders dan onevene getallen neem

§ 3.

Alvorens verder te gaan, wil ik doen opmerken, da
de laatstgevonden formule die, welke aan het slot va
verkregen is, overgaat in:

$$[1] - [2] + [3] - [4] + [5] - [6] + \textit{enz...}$$
$$\textit{tot} + [127] - [128] = 1;$$

hieruit blijkt: *dat de overmaat van de som der 64 supplementskoorden van oneven rang, boven de som der 64 supplementskoorden van even rang, juist gelijk aan den straal des cirkels is.*

Hieruit kan door de formule $[f]^2 = 2 + [2f]$ nog eene andere bijzonderheid afgeleid worden, die opmerking verdient. Men heeft namelijk volgens die formule:

$[1]^2 = 2 + [2]$, $[65]^2 = 2 + [130] = 2 - [127]$,
$[2]^2 = 2 + [4]$, $[66]^2 = 2 + [132] = 2 - [125]$,
$[3]^2 = 2 + [6]$, $[67]^2 = 2 + [134] = 2 - [123]$,
enz. *enz*
$[63]^2 = 2 + [126]$, $[127]^2 = 2 + [254] = 2 - [3]$,
$[64]^2 = 2 + [128]$, $[128]^2 = 2 + [256] = 2 - [1]$;

zoodat men door optelling dezer 128 waarden verkrijgt:

$$[1]^2 + [2]^2 + [3]^2 + [4]^2 + \textit{enz...}$$
$$\textit{tot} + [128]^2 = 128 \times 2 - 1 = 255;$$

alzoo is *de som van de vierkanten der 128 supplementskoorden gelijk aan tweehonderd-vijf-en-vijftig maal het vierkant van den straal des cirkels.*

§ 4.

In de vergelijking (α) van § 2 is aldaar reeds $f=1$ genomen. Neemt men voor f eenig ander oneven getal, dan komt er ook een ander gedurig product van acht koorden, dat gelijk aan de eenheid is. Zoo vindt men b. v. voor $f=45$,

$$[45][90][180][360][720][1440][2880][5760] = 1;$$

maar nu is:

$[180] = [257-77] = -[77]$, $[360] = [257+103] = -[103]$,
$[720] = [3\times257-51] = -[51]$, $[1440] = [6\times257-102] = [102]$,
$[2880] = [11\times257+53] = -[53]$, $[5760] = [22\times257+160] = [106]$;

en dus heeft men:

$$[45][90][77][103][51][102][53][106] = 1.$$

Neemt men in (α) voor f een der hier voorkomende onevene getallen 77, 103, 51 of 53, zoo komt men altijd op de laatste vergelijking terug. De formule (α) zal dus al geven wat zij ge-

ven kan, indien men voor *f* achtereenvolgens de oneven tallen 1, 3, 5, 7, enz. neemt, en daarbij die onevene ge overslaat, welke reeds als ranggetallen in een der verk producten voorkomen. Zoodoende vindt men:

voor *f* =	1,	[1]	[2]	[4]	[8]	[16]	[32]	[64]	[128]	=1
″ ″	3,	[3]	[6]	[12]	[24]	[48]	[96]	[65]	[127]	=1
″ ″	5,	[5]	[10]	[20]	[40]	[80]	[97]	[63]	[126]	=1
″ ″	7,	[7]	[14]	[28]	[56]	[112]	[33]	[66]	[125]	=1
″ ″	9,	[9]	[18]	[36]	[72]	[113]	[31]	[62]	[124]	=1
″ ″	11,	[11]	[22]	[44]	[88]	[81]	[95]	[67]	[123]	=1
″ ″	13,	[13]	[26]	[52]	[104]	[49]	[98]	[61]	[122]	=1
″ ″	15,	[15]	[30]	[60]	[120]	[17]	[34]	[68]	[121]	=1
″ ″	19,	[19]	[38]	[76]	[105]	[47]	[94]	[69]	[119]	=1
″ ″	21,	[21]	[42]	[84]	[89]	[79]	[99]	[59]	[118]	=1
″ ″	23,	[23]	[46]	[92]	[73]	[111]	[35]	[70]	[117]	=1
″ ″	25,	[25]	[50]	[100]	[57]	[114]	[29]	[58]	[116]	=1
″ ″	27,	[27]	[54]	[108]	[41]	[82]	[93]	[71]	[115]	=1
″ ″	37,	[37]	[74]	[109]	[39]	[78]	[101]	[55]	[110]	=1
″ ″	43,	[43]	[86]	[85]	[87]	[83]	[91]	[75]	[107]	=1
″ ″	45,	[45]	[90]	[77]	[103]	[51]	[102]	[53]	[106]	=1

daar nu in deze zestien vergelijkingen de supplementsko [1] tot [128] allen, en ook allen slechts éénmaal, voork blijkt hieruit de merkwaardige eigenschap: *dat de 128 s mentskoorden van den 257-hoek in zestien groepen va kunnen afgedeeld worden, zoodanig dat het gedurig produ acht koorden van elke groep gelijk is aan de achtste ma den straal des cirkels.*

In de vergelijkingen (β) is de volgorde der factoren zóó behouden, als zij uit de vergelijking (α) voortvloeit. uit volgt, dat in elke vergelijking (β) het ranggetal van factor gevonden wordt, door dat van den onmiddellijk voo den te verdubbelen, mits men het door verdubbeling verk getal, als het grooter dan 128 is, door zijn aanvuls 257 vervangt. Past men die verdubbeling en vervangin den laatsten factor van eenige vergelijking (β) toe, dan men op haren eersten factor terug. Dienvolgens zal men de genoemde verdubbeling en vervanging, uit het rangget eene willekeurig aangenomen supplementskoorde, de ran len kunnen afleiden van de zeven andere supplementsko die met haar tot dezelfde groep behooren.

Laat b. v. de supplementskoorde [78] willekeurig aangenomen worden, dan heeft men: $2 \times 78 = 156 = 257 - 101$ $2 \times 101 = 202 = 257 - 55$; $2 \times 55 = 110$; $2 \times 110 = 220 = 257 - 37$; $2 \times 37 = 74$; $2 \times 74 = 148 = 257 - 109$; $2 \times 109 = 218 = 257 - 39$; en eindelijk $2 \times 39 = 78$. Alzoo maken in behoorlijke volgorde

[78], [101], [55], [110], [37], [74], [109] en [39]

de groep der acht koorden uit, waartoe de aangenomen koorde [78] behoort.

§ 5.

De wijze, waarop de 128 supplementskoorden in de gevonden groepen verspreid zijn, schijnt weinig aanleiding te geven tot het vaststellen van eene regelmatige volgorde tusschen deze groepen onderling. De volgorde, waarin zij boven voorkomen, kan op geen regelmatigheid aanspraak maken, want bij het bezigen der verschillende waarden voor f moesten somtijds één, somtijds meer onevene getallen overgeslagen worden. Wel scheen het natuurlijk, dat de groep waartoe de koorde [1] behoort de eerste genoemd werd, maar welke groep moest dan de tweede, welke de derde, enz. genoemd worden? Na eene aandachtige beschouwing zag ik echter, dat, even als de koorden van eenige groep door verdubbeling der ranggetallen uit elkander konden afgeleid worden, zoo ook de koorden van elke groep in die van eene andere groep overgingen, wanneer de ranggetallen verdrievoudigd werden; dat hierdoor. uit eene willekeurig genomen groep, achtereenvolgens al de andere groepen te voorschijn kwamen, en ten laatste de eerstgenomen groep teruggevonden werd. Bij deze verdrievoudiging, moesten dan echter weder de verkregen drievouden, die grooter dan 128 waren, naar het viel door hun aanvulsel tot 257, of door hunne overmaat boven 257, vervangen worden.

De genoemde verdrievoudiging nam ik dus tot bepaling van de volgorde der groepen aan, en verkreeg zoodoende de volgende rangschikking, waarbij nu evenwel de eerste koorde van elke groep, voor het meerendeel der groepen, eene andere werd, dan de eerste factor in de gedurige producten (β).

1e groep :	[1],	[2],	[4],	[8],	[16],	[32],	[64],
2e 〃	[3],	[6],	[12],	[24],	[48],	[96],	[65],
3e 〃	[9],	[18],	[36],	[72],	[113],	[31],	[62],
4e 〃	[27],	[54],	[108],	[41],	[82],	[93],	[71],
5e 〃	[81],	[95],	[67],	[123],	[11],	[22],	[44],
6e 〃	[14],	[28],	[56],	[112],	[33],	[66],	[125],
7e 〃	[42],	[84],	[89],	[79],	[99],	[89],	[118],
8e 〃	[126],	[5],	[10],	[20],	[40],	[80],	[97],
9e 〃	[121],	[15],	[30],	[60],	[120],	[17],	[34],
10e 〃	[106],	[45],	[90],	[77],	[103],	[51],	[102],
11e 〃	[61],	[122],	[13],	[26],	[52],	[104],	[49],
12e 〃	[74],	[109],	[39],	[78],	[101],	[55],	[110],
13e 〃	[35],	[70],	[117],	[23],	[46],	[92],	[73],
14e 〃	[105],	[47],	[94],	[69],	[119],	[19],	[38],
15e 〃	[58],	[116],	[25],	[50],	[100],	[57],	[114],
16e 〃	[83],	[91],	[75],	[107],	[43],	[86],	[85],

hier wordt nu elk ranggetal door verdrievoudiging van h
middellijk daarboven staande, en door verdubbeling va
onmiddellijk daarvóór staande gevonden, zonder dat daarb
positieve of negatieve toestanden acht geslagen wordt. Die
tieve en negatieve toestanden komen echter later (zie de
lijkingen (ε) van § 6) in aanmerking.

Deze rangschikking, die alleen uit mijn streven naar
matigheid voortvloeide, maar die ik overigens slechts aa
toeval te danken had, werd, zooals later genoegzaam b
zal, een vermogend hulpmiddel om mij het doel dat i
voorstelde te doen bereiken.

§ 6.

De algemeene vergelijking A_n mijner vroegere bijdrag
aldaar bladz. 294) geeft voor $n = 257$,

$$m^{256} - 255\, m^{254} + 32131\, m^{252} - \text{enz.} \ldots - 8256\, m^2 + 1 = 0$$

zijnde

$$m^2 = k^2\left(\pi - \frac{2f\pi}{257}\right) = k^2(\pi - fa) = [f]^2,$$

terwijl voor f elk der getallen 1, 2, 3, enz. . . . tot 128
genomen worden. De 128 waarden van m^2 uit de vergel
(γ) zijn dus

$$[1]^2,\ [2]^2,\ [3]^2,\ [4^2],\ \text{enz.}\ldots\ldots \text{tot}\ [128]^2;$$

volgens de eigenschappen der hoogere magtsvergelijkingen is alzoo de som dier waarden 255 en haar gedurig product 1. Dit komt overeen met de uitkomst aan het slot van § 3 gevonden, en met het gedurig product dat de zestien vergelijkingen (β) opleveren.

Hoezeer boven slechts eenige termen van de vergelijking (γ) uitgeschreven zijn, wegens de onhandelbaarheid der groote getallen die in de overige termen zouden voorkomen, is dat uitgeschreven gedeelte toereikend, om ook zonder den algorithmus van HORNER, door de leerwijze in § 5 van mijne vroegere bijdrage ontwikkeld, de voorste termen van twee factoren te vinden, waarin (γ) ontbindbaar is. Een dezer factoren verschaft dan de vergelijking

$$m^{128} - m^{127} - 127\, m^{126} + \text{enz.}\ldots = 0,$$

wier 128 wortels zijn

$$+[1], -[2], +[3], -[4], +5, -[6], \text{enz. tot} +[127], -[128];$$

de som dezer wortels is 1, zooals overeenkomt met het reeds § 3 gevondene. En daar onder deze wortels een even aantal, namelijk 64, negatieve voorkomen, is hun gedurig product, volgens de vergelijkingen (β), almede 1, weshalve de laatste vergelijking kan gecompleteerd worden tot

$$m^{128} - m^{127} - 127\, m^{126} + \text{enz.}\ldots\ldots + 1 = 0. \ldots (\delta)$$

Van de wortels dezer vergelijking vindt men er, onder elk achttal die tot eenzelfde groep behooren, een oneven aantal met evene ranggetallen, dat is een oneven aantal negatieve, weshalve volgens (β) het gedurig product van zulk een achttal wortels altijd -1 is; maar het gedurig product van elk 64-tal wortels, in acht groepen verspreid, is toch weder altijd $+1$. De vergelijking (δ) moet dus ontbindbaar zijn in twee andere vergelijkingen

$$m^{64} - Am^{63} + \text{enz.}\ldots\ldots + 1 = 0,$$
$$m^{64} - A'm^{63} + \text{enz.}\ldots\ldots + 1 = 0,$$

waarin A de som van het ééne, A′ die van het andere 64-tal wortels verbeeldt.

De vergelijking, die bij den 17-hoek voor (δ) in de
treedt, is volgens mijne vroegere bijdrage

$$m^8 - m^7 - 7m^6 + \text{enz} \ldots\ldots + 1 = 0,$$

(zie aldaar § 5 aan het slot); deze vergelijking had ik g
den dat ontbonden kon worden in

$$m^4 - \tfrac{1}{2}(1 - \sqrt{17})\, m^3 + \text{enz.}\ldots\ldots + 1 = 0$$

en

$$m^4 - \tfrac{1}{2}(1 + \sqrt{17})\, m^3 + \text{enz.}\ldots\ldots + 1 = 0;$$

uit overeenkomst hiermede besloot ik, dat zeer waarschijnl
waarden der bovengenoemde coëfficiënten A en A' zouden

$$A = \tfrac{1}{2}(1 - \sqrt{257}) \quad \text{en} \quad A' = \tfrac{1}{2}(1 + \sqrt{257}),$$

en het kwam er dus vooreerst op aan, deze waarschijnlij
tot zekerheid te brengen. Hiertoe wist ik, omdat het ondo
was de vergelijkingen (γ) en (δ) geheel uit te schrijven en
der te behandelen, geen anderen weg te vinden, dan de
supplementskoorden, door middel der sinus- en logarithmen
te berekenen. Ik deed die berekening aanvankelijk in vij
cimalen, maar zag mij later genoodzaakt haar zoo naauwk
mogelijk tot in zeven decimalen te herhalen *). Bij deze
kening wijzigde ik de twijfelachtige achterste cijfers zood
als noodig was om uit de berekende koorden eene regel
afnemende rij van tweede verschillen te bekomen. De alzo
rekende waarden voegde ik bij achttallen door optelling e
trekking te zamen, daarbij de koorden als op te tellen
te trekken termen beschouwende, naargelang hare rangge
oneven of even waren; de sommen die ik zoodoende vo
koorden der onderscheidene groepen verkreeg, stelde ik
s_1, s_2, s_3, enz. voor, hierbij het rangnummer van elke
tot aanwijzend cijfer gebruikende. Na alzoo gesteld te heb

---

*) Het kunststuk, om een bazis van 10000 meters tot op een milli
na naauwkeurig te meten, is nooit door mij volbragt. Ook heb ik med
met een rentenier die zijne interessen tot in tiendeeligen van centen uitr
Toch rekende ik in zeven decimalen, ondanks den spot dien Prof s
MILCH (zie *Zeitschrift für Math. und Phys.* 1865, pag 37) met zulk
rekening drijft. Maar ik kan den Heer SCHLÖMILCH verzekeren, da
rekenen in zeven decimalen naauwelijks voldoende, en het rekenen in
der cijfers geheel onvoldoende was, om mij tot het beoogde doel te v

$$
\left.\begin{aligned}
&= \quad [1]-[2]-[4]-[8]-[16]-[32]-[64]-[128],\\
&= \quad [3]-[6]-[12]-[24]-[48]-[96]+[65]+[127],\\
&= \quad [9]-[18]-[36]-[72]+[113]+[31]-[62]-[124],\\
&= \quad [27]-[54]-[108]+[41]-[82]+[93]+[71]+[115],\\
&= \quad [81]+[95]+[67]+[123]+[11]-[22]-[44]-[88],\\
&= -[14]-[28]-[56]-[112]+[33]-[66]+[125]+[7],\\
&= -[42]-[84]+[89]+[79]+[99]+[89]-[118]+[21],\\
&= -[126]+[5]-[10]-[20]-[40]-[80]+[97]+[63],\\
&= \quad [121]+[15]-[30]-[60]-[120]+[17]-[34]-[68],\\
&= -[106]+[45]-[90]+[77]+[103]+[51]-[102]+[53],\\
&= \quad [61]-[122]+[13]-[26]-[52]-[104]+[49]-[98],\\
&= -[74]+[109]+[39]-[78]+[101]+[55]-[110]+[37],\\
&= \quad [35]-[70]+[117]+[23]-[46]-[92]+[73]+[111],\\
&= \quad [105]+[47]-[94]+[69]+[119]+[19]-[38]-[76],\\
&= -[58]-[116]+[25]-[50]-[100]+[57]-[114]+[29],\\
&= \quad [83]+[91]+[75]+[107]+[43]-[86]+[85]+[87],
\end{aligned}\right\} \cdot (\varepsilon)
$$

vond ik dan:

$$
\left.\begin{aligned}
s_1 &= -\ 9{,}2291530 & s_2 &= -\ 4{,}8904848\\
s_3 &= -\ 2{,}3751511 & s_4 &= +\ 2{,}9559786\\
s_5 &= +\ 0{,}7797118 & s_6 &= -\ 3{,}2707915\\
s_7 &= +\ 3{,}1752169 & s_8 &= -\ 2{,}6866872\\
s_9 &= -\ 2{,}6313028 & s_{10} &= +\ 4{,}6277143\\
s_{11} &= +\ 0{,}1093598 & s_{12} &= +\ 3{,}4304387\\
s_{13} &= +\ 1{,}8346700 & s_{14} &= +\ 1{,}9493722\\
s_{15} &= +\ 0{,}8210386 & s_{16} &= +\ 6{,}4000695
\end{aligned}\right\} \cdot\cdot (\theta)
$$

van welke zestien getallenwaarden de som naar behooren juist 1 is.

Zouden nu A en A′ werkelijk de boven als zeer waarschijnlijk onderstelde waarden hebben, dat is, daar in zeven decimalen $\sqrt{257} = 16{,}0312195$ is, zou

$$A = -\ 7{,}5156098 \quad \text{en} \quad A' = 8{,}5156098$$

zijn, dan moesten er, uit de bovenstaande zestien waarden (θ), acht te vinden zijn, wier som de genoemde waarde van A opleverde; de som der acht anderen zou dan natuurlijk de genoemde waarde van A′ zijn. Aanvankelijk, en vóór dat mij het aannemen van de in § 5 opgegeven volgorde der groepen was ingevallen, was al mijn pogen om uit (θ) door beproeving acht zulke waarden bijeen te zoeken, geheel vruchteloos; en het mogt wel ondoenlijk geacht worden, de zestien waarden (θ) op alle

mogelijke wijzen acht aan acht te combineren, om langs weg de begeerde acht op te sporen. Ná het vaststellen volgorde van § 5, was het echter een zeer natuurlijk denkb te beproeven wat er komen zou, indien men de zestien den (θ) om den anderen nam; en zoo vond ik werkelijk

$$s_1+s_3+s_5+s_7+s_9+s_{11}+s_{13}+s_{15}=-7{,}515609$$

en

$$s_2+s_4+s_6+s_8+s_{10}+s_{12}+s_{14}+s_{16}=+8{,}515609$$

weshalve de als zeer waarschijnlijk onderstelde waarden coëfficiënten A en A′ mogten beschouwd worden als tot z heid gebragt te zijn.

Het verschil dezer waarden is $\sqrt{257}$. Een eerst en o baar nut van de aangenomen volgorde der groepen was dat zij, nevens de vergelijking

$$\left.\begin{matrix}s_1+s_2+s_3+s_4+s_5+s_6+s_7+s_8\\+s_9+s_{10}+s_{11}+s_{12}+s_{13}+s_{14}+s_{15}+s_{16}\end{matrix}\right\}=1.\;.\;.$$

ook de vergelijking

$$\left.\begin{matrix}-s_1+s_2-s_3+s_4-s_5+s_6-s_7+s_8\\-s_9+s_{10}-s_{11}+s_{12}-s_{13}+s_{14}-s_{15}+s_{16}\end{matrix}\right\}=\sqrt{25}$$

had doen kennen, zoodat door optelling en aftrekking va en (b) werd aangewezen, hoe de beide sommen

$$\left.\begin{matrix}s_1+s_3+s_5+s_7+s_9+s_{11}+s_{13}+s_{15},\\s_2+s_4+s_6+s_8+s_{10}+s_{12}+s_{14}+s_{16},\end{matrix}\right\}.\;.\;.$$

door vierkantsworteltrekking kunnen berekend worden.

§ 7.

Bij opvolgende ontbindingen in factoren, der tot den 17 behoorende vergelijking $m^8-m^7-7m^6+$ enz. . . . $+$ 1 welke ontbindingen telkens overeenkwamen met de splitsi nog aanwezige wortels in twee sommen van gelijk aanta ik opgemerkt dat deze nieuwe sommen zich van de laa kregene onderscheidden, doordien zich bij den vorm $1\pm$ steeds nieuwe wortelgrootheden voegden, die achtereenvolg gedaante $\frac{1}{2}\sqrt{(P\pm Q\sqrt{17})}$, $\frac{1}{4}\sqrt{\{P\pm Q\sqrt{17}\pm\sqrt{(R\pm S\surd}}$ hadden. Ik onderstelde daarom, dat iets dergelijks bij den hoek moest plaats hebben, en vleide mij (zooals blijken z

ten onregte) dat, ter verkrijging der nieuwe wortelgrootheden, de splitsing der aanwezige wortels in twee nieuwe sommen *telkens* zou kunnen geschieden, door de aanwezige waarden (θ) om den anderen te nemen. Hierdoor zou het groote nut van de aangenomen volgorde der groepen nog sterker uitkomen.

Even als dus de som (a), door middel der wortelgrootheid (b), in de beide sommen (c) gesplitst was, zouden de sommen (c) elk in twee andere kunnen gesplitst worden, door te stellen:

$$-s_1+s_3-s_5+s_7-s_9+s_{11}-s_{13}+s_{15} = \tfrac{1}{2}\sqrt{(2P-2Q\sqrt{257})},$$
$$-s_2+s_4-s_6+s_8-s_{10}+s_{12}-s_{14}+s_{16} = \tfrac{1}{2}\sqrt{(2P+2Q\sqrt{257})};$$

wordende hier de factor 2 alleen ingevoerd tot vermijding van onnoodige breuken, terwijl de keuze der teekens — en + vóór 2Q, op de betrekkelijke grootte van de getallenwaarden der voorste leden steunt. De substitutie der waarden (θ) geeft dan

$$\tfrac{1}{2}\sqrt{(2P-2Q\sqrt{257})} = 10{,}9765382,$$
$$\tfrac{1}{2}\sqrt{(2P+2Q\sqrt{257})} = 11{,}6839894;$$

hieruit wordt vooreerst door magtsverheffing gevonden

$$\tfrac{1}{2}P-\tfrac{1}{2}Q\sqrt{257} = 120{,}484390,$$
$$\tfrac{1}{2}P+\tfrac{1}{2}Q\sqrt{257} = 136{,}515609;$$

en vervolgens door optelling en aftrekking

$$P = 256{,}999999 \quad \text{en} \quad Q\sqrt{257} = 16{,}031219,$$

zoodat ontwijfelbaar $P = 257$ en $Q = 1$ moet zijn. Alzoo is dan

$$\left.\begin{aligned}-s_1+s_3-s_5+s_7-s_9+s_{11}-s_{13}+s_{15}&=\tfrac{1}{2}\sqrt{(514-2\sqrt{257})},\\-s_2+s_4-s_6+s_8-s_{10}+s_{12}-s_{14}+s_{16}&=\tfrac{1}{2}\sqrt{(514+2\sqrt{257})}.\end{aligned}\right\}.(d)$$

Door deze sommen met de sommen (c) in verband te brengen, wordt dan terstond gevonden hoe men, alleen door het trekken van vierkantswortels, ook berekenen kan de vier sommen:

$$\left.\begin{aligned}&s_1+s_5+s_9+s_{13}; \qquad s_3+s_7+s_{11}+s_{15};\\&s_2+s_6+s_{10}+s_{14}; \qquad s_4+s_8+s_{12}+s_{16}.\end{aligned}\right\}\;\ldots\;(e)$$

§ 8.

Na het aangevoerde zal het wel onnoodig zijn veel woorden te gebruiken, om de redenen te ontvouwen, die mij noopten verder te stellen:

$$-s_1+s_5-s_9+s_{13}=+\tfrac{1}{2}\surd\{P+Q\surd 257+\surd(2R+2S\surd 25$$
$$-s_3+s_7-s_{11}+s_{15}=+\tfrac{1}{2}\surd\{P+Q\surd 257-\surd(2R+2S\surd 25$$
$$-s_2+s_6-s_{10}+s_{14}=-\tfrac{1}{2}\surd\{P-Q\surd 257-\surd(2R-2S\surd 25$$
$$-s_4+s_8-s_{12}+s_{16}=-\tfrac{1}{2}\surd\{P-Q\surd 257+\surd(2R-2S\surd 25$$

waarbij mij de betrekkelijke grootte van de waarden der vo
leden, en het negatief zijn van twee hunner, aanleiding to
distributie der teekens + en — gaf. Uit dit gestelde
dan: door het inbrengen der waarden (6),

$$\tfrac{1}{2}\surd\{P+Q\surd 257+\surd(2R+2S\surd 257)\}=14,474837$$
$$\tfrac{1}{2}\surd\{P+Q\surd 257-\surd(2R+2S\surd 257)\}=\ 6,262046$$
$$\tfrac{1}{2}\surd\{P-Q\surd 257-\surd(2R-2S\surd 257)\}=\ 1,058648$$
$$\tfrac{1}{2}\surd\{P-Q\surd 257+\surd(2R-2S\surd 257)\}=\ 2,673035$$

vervolgens door magtsverheffing

$$\tfrac{1}{4}P+\tfrac{1}{4}Q\surd 257+\tfrac{1}{4}\surd(2R+2S\surd 257)=209,52092$$
$$\tfrac{1}{4}P+\tfrac{1}{4}Q\surd 257-\tfrac{1}{4}\surd(2R+2S\surd 257)=\ 39,21323$$
$$\tfrac{1}{4}P-\tfrac{1}{4}Q\surd 257-\tfrac{1}{4}\surd(2R-2S\surd 257)=\ 1,12073$$
$$\tfrac{1}{4}P-\tfrac{1}{4}Q\surd 257-\tfrac{1}{4}\surd(2R-2S\surd 257)=\ 7,14511$$

daarna door optelling en aftrekking

$$P=257,00006,\qquad Q\surd 257=240,468300,$$
$$\tfrac{1}{2}\surd(2R+2S\surd 257)=170,307693,\quad \tfrac{1}{2}\surd(2R-2S\surd 257)=6,024$$

eindelijk door nog de beide laatste waarden in het vierka
brengen

$$\tfrac{1}{2}R+\tfrac{1}{2}S\surd 257=29004,7103,\quad \tfrac{1}{2}R-\tfrac{1}{2}S\surd 257=36,2$$

en door weder hiervan de som en het verschil te nemen

$$R=29041,0034 \quad\text{en}\quad S\surd 257=28968,4172.$$

Daar nu uit de voor $Q\surd 257$ en $S\surd 257$ verkregen
den volgt

$$Q=\frac{240,468300}{\surd 257=16,0312195}=15,0000005,$$

$$S=\frac{28968,4172}{\surd 257=16,0312195}=1807,00002,$$

en daar de graad van naauwkeurigheid der verrigte bereke
voorzeker toelaat, dat men in elk der gevondene uitkomst
achtste en volgende cijfers weglaat, waardoor tevens de
wachting van voor P, Q, R en S geheele getallen te v

wordt verwezenlijkt, schijnt het boven alle bedenking, dat

$$P = 257, \quad Q = 15, \quad R = 29041 \quad \text{en} \quad S = 1807$$

mag genomen worden.

Alzoo komt er dan:

$$\left.\begin{aligned} s_1+s_5-s_9+s_{13} &= +\tfrac{1}{2}\sqrt{\{257+15\sqrt{257}+\sqrt{(58082+3614\sqrt{257})}\}}, \\ s_3+s_7-s_{11}+s_{15} &= +\tfrac{1}{2}\sqrt{\{257+15\sqrt{257}-\sqrt{(58082+3614\sqrt{257})}\}}, \\ s_2+s_6-s_{10}+s_{14} &= -\tfrac{1}{2}\sqrt{\{257-15\sqrt{257}-\sqrt{(58082-3614\sqrt{257})}\}}, \\ s_4+s_8-s_{12}+s_{16} &= -\tfrac{1}{2}\sqrt{\{257-15\sqrt{257}+\sqrt{(58082-3614\sqrt{257})}\}}, \end{aligned}\right\} \ldots (f)$$

zoodat men met deze formulen slechts de sommen (e) in verband behoeft te brengen om dadelijk aangewezen te zien, hoe ook de acht sommen:

$$\left.\begin{matrix} s_1+s_9; & s_5+s_{13}; & s_3+s_{11}; & s_7+s_{15}; \\ s_2+s_{10}; & s_6+s_{14}; & s_4+s_{12}; & s_8+s_{16}; \end{matrix}\right\} \ldots (g)$$

door achtereenvolgende vierkantsworteltrekkingen te berekenen zijn.

Het verdient opmerking, dat het getal 58082 door 257 en dus ook door 514 deelbaar is, en dat het quotiënt dezer deeling, namelijk 113, de som der beide vierkanten 64 en 49 is. Hieruit vloeit, in verband met het getal 3614, voort, dat de laatste wortelgrootheden, die in de formulen (f) voorkomen, eene merkwaardige herleiding kunnen ondergaan. Men heeft namelijk:

$$\sqrt{(58082+3614\sqrt{257})} = 8\sqrt{(514+2\sqrt{257})} - 7\sqrt{(514-2\sqrt{257})},$$

en

$$\sqrt{(58082-3614\sqrt{257})} = 8\sqrt{(514-2\sqrt{257})} - 7\sqrt{(514+2\sqrt{257})};$$

welke herleiding, wegens de bijzondere vormen die zij te voorschijn brengt, voorzeker alles afdoet, om allen twijfel aan de deugdelijkheid der formulen (f) te doen vervallen.

§ 9.

Ten einde, na de sommen (g) gevonden te hebben, elke waarde s afzonderlijk te verkrijgen, stelde ik, op het vroegere voetspoor, en met invoering eener alweder meer zamengestelde wortelgrootheid,

$$-s_1+s_9=+\tfrac{1}{4}\sqrt{}\{2P-2Q\sqrt{257}+2\sqrt{(2R-2S\sqrt{257})}+4$$
$$-s_5+s_{13}=+\tfrac{1}{4}\sqrt{}\{2P-2Q\sqrt{257}+2\sqrt{(2R-2S\sqrt{257})}-4$$
$$-s_3+s_{11}=+\tfrac{1}{4}\sqrt{}\{2P-2Q\sqrt{257}-2\sqrt{(2R-2S\sqrt{257})}+4$$
$$-s_7+s_{15}=-\tfrac{1}{4}\sqrt{}\{2P-2Q\sqrt{257}-2\sqrt{(2R-2S\sqrt{257})}-4$$
$$-s_2+s_{10}=+\tfrac{1}{4}\sqrt{}\{2P+2Q\sqrt{257}+2\sqrt{(2R+2S\sqrt{257})}+4$$
$$-s_6+s_{14}=+\tfrac{1}{4}\sqrt{}\{2P+2Q\sqrt{257}+2\sqrt{(2R+2S\sqrt{257})}-4$$
$$-s_4+s_{12}=+\tfrac{1}{4}\sqrt{}\{2P+2Q\sqrt{257}-2\sqrt{(2R+2S\sqrt{257})}-4$$
$$-s_8+s_{16}=+\tfrac{1}{4}\sqrt{}\{2P+2Q\sqrt{257}-2\sqrt{(2R+2S\sqrt{257})}+4$$

waarin de letters K, L, M en N nader te bepalen wortelgr heden verbeelden, allen in denzelfden vorm $\sqrt{}\{T \pm U\sqrt{25}$ $\sqrt{(2V \pm 2W\sqrt{257})}\}$ begrepen.

De distributie der teekens + en — eischte hier, ook betrekking tot de genoemde nader te bepalen wortelgrooth nog al eenig overleg; en gaarne erken ik, dat ik die distr tie, onder de bewerking, bij herhaling heb moeten wijzigen vorens zij bleek bruikbaar te zijn.

Volgens de in § 6 opgegeven waarden (θ), is:

$-s_1+s_9=+6{,}5978502$,	waarvan de vierk. zijn	43,5316273;
$-s_5+s_{13}=+1{,}0549582$,		1,1129367;
$-s_3+s_{11}=+2{,}4845109$,		6,1727944;
$-s_7+s_{15}=-2{,}3541783$,		5,5421554;
$-s_2+s_{10}=+9{,}5181991$,		90,5961142;
$-s_6+s_{14}=+5{,}2201637$,		27,2501090;
$-s_4+s_{12}=+0{,}4744601$,		0,2251124;
$-s_8+s_{16}=+9{,}0867567$,		82,5691472;

de gestelde vormen geven dus:

$$\tfrac{1}{8}P-\tfrac{1}{8}Q\sqrt{257}+\tfrac{1}{8}\sqrt{(2R-2S\sqrt{257})}+\tfrac{1}{4}K=43{,}5316$$
$$\tfrac{1}{8}P-\tfrac{1}{8}Q\sqrt{257}+\tfrac{1}{8}\sqrt{(2R-2S\sqrt{257})}-\tfrac{1}{4}K=1{,}1129$$
$$\tfrac{1}{8}P-\tfrac{1}{8}Q\sqrt{257}-\tfrac{1}{8}\sqrt{(2R-2S\sqrt{257})}+\tfrac{1}{4}L=6{,}1727$$
$$\tfrac{1}{8}P-\tfrac{1}{8}Q\sqrt{257}-\tfrac{1}{8}\sqrt{(2R-2S\sqrt{257})}-\tfrac{1}{4}L=5{,}5421$$
$$\tfrac{1}{8}P+\tfrac{1}{8}Q\sqrt{257}+\tfrac{1}{8}\sqrt{(2R+2S\sqrt{257})}+\tfrac{1}{4}M=90{,}5961$$
$$\tfrac{1}{8}P+\tfrac{1}{8}Q\sqrt{257}+\tfrac{1}{8}\sqrt{(2R+2S\sqrt{257})}-\tfrac{1}{4}M=27{,}2501$$
$$\tfrac{1}{8}P+\tfrac{1}{8}Q\sqrt{257}-\tfrac{1}{8}\sqrt{(2R+2S\sqrt{257})}-\tfrac{1}{4}N=0{,}2251$$
$$\tfrac{1}{8}P+\tfrac{1}{8}Q\sqrt{257}-\tfrac{1}{8}\sqrt{(2R+2S\sqrt{257})}+\tfrac{1}{4}N=82{,}569$$

door paarsgewijze aftrekking volgen hieruit terstond de len-waarden van K, L, M en N, te weten:

$$\tfrac{1}{2}K = 42{,}4186906,\quad \tfrac{1}{2}L = 0{,}6306390,$$
$$\tfrac{1}{2}M = 63{,}3460052,\quad \tfrac{1}{2}N = 82{,}3440348,$$

erwijl eene dergelijke paarsgewijze optelling geeft:

$$\tfrac{1}{4}P - \tfrac{1}{4}Q\sqrt{257} + \tfrac{1}{4}\sqrt{(2R - 2S\sqrt{257})} = 44{,}6445640,$$
$$\tfrac{1}{4}P - \tfrac{1}{4}Q\sqrt{257} - \tfrac{1}{4}\sqrt{(2R - 2S\sqrt{257})} = 11{,}7149498,$$
$$\tfrac{1}{4}P + \tfrac{1}{4}Q\sqrt{257} + \tfrac{1}{4}\sqrt{(2R + 2S\sqrt{257})} = 117{,}8462232,$$
$$\tfrac{1}{4}P + \tfrac{1}{4}Q\sqrt{257} - \tfrac{1}{4}\sqrt{(2R + 2S\sqrt{257})} = 82{,}7942596;$$

ieruit volgt dan weder door optelling en aftrekking

$$P = 256{,}9999996,\quad Q\sqrt{257} = 144{,}2809690,$$
$$\tfrac{1}{2}\sqrt{(2R - 2S\sqrt{257})} = 32{,}9296142,$$
$$\tfrac{1}{2}\sqrt{(2R + 2S\sqrt{257})} = 35{,}0519636,$$

van welke beide laatste waarden de vierkanten zijn

$$\tfrac{1}{2}R - \tfrac{1}{2}S\sqrt{257} = 1084{,}359492,\quad \tfrac{1}{2}R + \tfrac{1}{2}S\sqrt{257} = 1228{,}640152,$$

zoodat er verder komt

$$R = 2312{,}999694,\quad S\sqrt{257} = 144{,}280660.$$

Dewijl uit de voor $Q\sqrt{257}$ en $S\sqrt{257}$ verkregen waarden volgt:

$$Q = \frac{144{,}2809690}{\sqrt{257} = 16{,}0312195} = 8{,}9999996,$$
$$S = \frac{144{,}280660}{\sqrt{257} = 16{,}0312195} = 8{,}99998,$$

moet blijkbaar, wegens de onnaauwkeurigheid der achterste cijfers,

$$P = 257,\quad Q = 9,\quad R = 2313 \text{ en } S = 9$$

zijn; hiervan wijken, met uitzondering van S, de boven berekende waarden eerst in het achtste cijfer af. De afwijking van S was grooter te verwachten, omdat S gevonden is door het verschil van twee in tien cijfers berekende getallen. Alzoo is dan vooreerst:

$$\left.\begin{aligned}
s_1+s_9 &= +\tfrac{1}{4}\sqrt{\{514-18\sqrt{257}+6\sqrt{(514-2\sqrt{257})}+4K\}},\\
s_5+s_{13} &= +\tfrac{1}{4}\sqrt{\{514-18\sqrt{257}+6\sqrt{(514-2\sqrt{257})}-4K\}},\\
s_3+s_{11} &= +\tfrac{1}{4}\sqrt{\{514-18\sqrt{257}-6\sqrt{(514-2\sqrt{257})}+4L\}},\\
s_7+s_{15} &= -\tfrac{1}{4}\sqrt{\{514-18\sqrt{257}-6\sqrt{(514-2\sqrt{257})}-4L\}},\\
s_2+s_{10} &= +\tfrac{1}{4}\sqrt{\{514+18\sqrt{257}+6\sqrt{(514+2\sqrt{257})}+4M\}},\\
s_6+s_{14} &= +\tfrac{1}{4}\sqrt{\{514+18\sqrt{257}+6\sqrt{(514+2\sqrt{257})}-4M\}},\\
s_4+s_{12} &= +\tfrac{1}{4}\sqrt{\{514+18\sqrt{257}-6\sqrt{(514+2\sqrt{257})}-4N\}},\\
s_8+s_{16} &= +\tfrac{1}{4}\sqrt{\{514+18\sqrt{257}-6\sqrt{(514+2\sqrt{257})}+4N\}},
\end{aligned}\right\}\cdot (h)$$

waarin K, L, M en N nog nader te bepalen wortelgroo
den zijn.

§ 10.

Daar in de tot dusver gevonden wortelgrootheden (b,
(f) en (h) altijd het getal, dat onmiddellijk op een worte
ken volgt, door 257 deelbaar is, is het voorzeker niet gew
aan te nemen, dat zulks almede in de nog te bepalen wo
grootheden het geval zal zijn. Dienvolgens stelde ik:

$\frac{1}{2}K = \frac{1}{2}\sqrt{\{257T - U\sqrt{257} + \sqrt{(514V - 2W\sqrt{257}}}$

$\frac{1}{2}L = \frac{1}{2}\sqrt{\{257T - U\sqrt{257} - \sqrt{(514V - 2W\sqrt{257}}}$

$\frac{1}{2}M = \frac{1}{2}\sqrt{\{257T + U\sqrt{257} - \sqrt{(514V + 2W\sqrt{257})}}$

$\frac{1}{2}N = \frac{1}{2}\sqrt{\{257T + U\sqrt{257} + \sqrt{(514V + 2W\sqrt{257})}}$

waaruit dan voor T en V, en waarschijnlijk ook voor U e
geheele getallen moesten gevonden worden. Uit dit ges
volgt, door de waarden in het vierkant te brengen, die
in de voorgaande § voor $\frac{1}{2}K$, $\frac{1}{2}L$, $\frac{1}{2}M$ en $\frac{1}{2}N$ zijn
geven:

$\frac{1}{4}\{257T - U\sqrt{257} + \sqrt{(514V - 2W\sqrt{257})}\} = 1799{,}345$

$\frac{1}{4}\{257T - U\sqrt{257} - \sqrt{(514V - 2W\sqrt{257})}\} = 0{,}397$

$\frac{1}{4}\{257T + U\sqrt{257} - \sqrt{(514V + 2W\sqrt{257})}\} = 4012{,}716$

$\frac{1}{4}\{257T + U\sqrt{257} + \sqrt{(514V + 2W\sqrt{257})}\} = 6780{,}540$

door optelling en aftrekking, en door verdere bewerkingen,
hieruit dan gevonden:

$$T = \frac{12592{,}999459}{257} = 48{,}99998,$$

$$U = \frac{8993{,}513425}{\sqrt{257} = 16{,}0312195} = 560{,}99995,$$

$$\tfrac{1}{2}\sqrt{(514V - 2W\sqrt{257})} = 1798{,}947605,$$

$$\tfrac{1}{2}\sqrt{(514V + 2W\sqrt{257})} = 2767{,}823690,$$

$$\tfrac{1}{4}(514V - 2W\sqrt{257}) = 3236212{,}567,$$

$$\tfrac{1}{4}(514V + 2W\sqrt{257}) = 7660847{,}971,$$

$$V = \frac{10897060{,}588}{257} = 42401{,}01,$$

$$W = \frac{4424635{,}404}{\sqrt{257} = 16{,}0312195} = 276001{,}1;$$

daar nu van deze gevonden waarden zeker slechts de eerste zes cijfers naauwkeurig mogen geacht worden, kan men nemen

$$T = 49, \quad U = 561, \quad V = 42401 \quad \text{en} \quad W = 276001,$$

en hierdoor wordt dan:

$$\left.\begin{aligned}
&= \sqrt{\{12593 - 561\sqrt{257} + \sqrt{(21794114 - 552002\sqrt{257})}\}},\\
&= \sqrt{\{12593 - 561\sqrt{257} - \sqrt{(21794114 - 552002\sqrt{257})}\}},\\
&= \sqrt{\{12593 + 561\sqrt{257} - \sqrt{(21794114 + 552002\sqrt{257})}\}},\\
&= \sqrt{\{12593 + 561\sqrt{257} + \sqrt{(21794114 + 552002\sqrt{257})}\}}.
\end{aligned}\right\} \cdot (i)$$

Met uitzondering van V en W, is de naauwkeurigheid van al de berekende onbepaalde coëfficiënten P, Q, R, enz. zeer sterk sprekend. Het valt niet te ontkennen, dat dit ten aanzien van V en W het geval niet is. Opdat dit zoo ware, zou voorzeker de berekening van de waarden der supplementskoorden, en van al de daaruit afgeleide getallenwaarden, in een merkelijk grooter aantal decimalen moeten geschied zijn *). Maar er valt weder eene bijzonderheid op te merken, die allen twijfel aan de naauwkeurigheid der waarden $V \doteq 42401$ en $W = 276001$ schijnt op te heffen. Daar namelijk deze waarde van V de som is van de vierkanten der getallen 200 en 49, en ook hiermede de waarde van W in verband staat, laten zich de laatste in (i) voorkomende wortelgrootheden herleiden tot

$$\sqrt{(21794114 + 552002\sqrt{257})} = \\
= 200\sqrt{(514 - 2\sqrt{257})} + 49\sqrt{(514 + 2\sqrt{257})},$$

$$\sqrt{(21794114 - 552002\sqrt{257})} = \\
= 200\sqrt{(514 + 2\sqrt{257})} - 49\sqrt{(514 - 2\sqrt{257})};$$

en het hier op nieuw te voorschijn treden der wortelgrootheden $\sqrt{(514 \pm 2\sqrt{257})}$, die reeds vroeger eene rol vervulden, laat zich waarlijk niet rijmen met de onderstelling, dat de voor V en W verkregen waarden niet juist zouden zijn.

De formulen (h) en (i) wijzen nu aan, welke vierkantsworteltrekkingen er noodig zijn om de verschillen te berekenen der paren waarden s, ten aanzien van wier sommen (g) reeds is aangetoond, dat zij door zulke worteltrekkingen kunnen be-

*) Dit heldert de verzekering op, die ik in de noot op § 6, bladz. 10, meende te kunnen geven.

rekend worden; en derhalve kan eene dergelijke bereke
almede ten aanzien van de afzonderlijke waarden s plaats heb

§ 11.

Hoezeer de steeds toenemende uitgebreidheid der te ver
gen uitdrukkingen mij terug hield van het opgeven der for
len, waardoor onmiddellijk de berekening van de sommen
(e), (g) en van de afzonderlijke waarden s wordt aangew
wil ik toch die aanwijzing voor een van allen te voors
brengen en daarbij kortheidshalve het getal 257 door de
kele letter n voorstellen.

Uit (a) en (b) volgt dan vooreerst

$$2(s_1+s_3+s_5+s_7+s_9+s_{11}+s_{13}+s_{15}) = 1-\sqrt{n};$$

verder komt er, door hiermede de eerste der formulen (
verbinden,

$$4(s_1+s_5+s_9+s_{13}) = 1-\sqrt{n}-\sqrt{(2n-2\sqrt{n})};$$

door hiermede weder de eerste der formulen (f) in verba
brengen,

$$8(s_1+s_9) = 1-\sqrt{n}-\sqrt{(2n-2\sqrt{n})}-$$
$$-2\sqrt{\{n+15\sqrt{n}+\sqrt{(226n+3614\sqrt{}}}$$

en door dit eindelijk nog met de eerste der formulen (h)
te verbinden,

$$16s_1 = 1-\sqrt{n}-\sqrt{(2n-2\sqrt{n})}-2\sqrt{\{n+15\sqrt{n}+}$$
$$+\sqrt{(226n+3614\sqrt{n})\}}-2\sqrt{\{2n-18\sqrt{n}+6\sqrt{(2n-2\sqrt{}}}$$
$$+4\sqrt{[49n-561\sqrt{n}+\sqrt{(84802n-552002\sqrt{}}}}$$

Al de andere waarden s worden blijkbaar door deze
formule gevonden; mits slechts de noodige veranderingen
teekens + en — worden aangebragt. Het aanwijzen dier
anderingen is niet wel anders doenlijk, dan door het wer
uitschrijven der 15 andere formules; maar dit zal na het
gevoerde wel onnoodig zijn.

§ 12.

Er blijft mij over aan te toonen, hoe, uit de waarden
waarden der afzonderlijke supplementskoorden door vierk

worteltrekkingen kunnen berekend worden. Tot deze berekening is het mij gelukt eenen weg op te sporen, dien ik tot berekening der waarden s niet had kunnen vinden; namelijk, zonder gebruik te maken van getallenwaarden door de sinustafels opgeleverd.

Het bleek mij dat ik, tot bereiking van mijn doel, twee der vroeger onderscheiden groepen gelijktijdig moest beschouwen, en wel twee zoodanige groepen als in de formulen (h) met elkander gepaard voorkomen. Ik achtte het vooreerst voldoende mij tot één paar groepen te bepalen, en koos daartoe de 1ste en de 9de.

Bij de bewerkingen, waaraan ik de koorden dezer beide groepen onderwierp, komt herhaaldelijk de gewone methode te pas, waardoor, uit het product en uit de som of het verschil van twee grootheden, die grootheden zelf gevonden worden. Hoezeer ik die methode stilzwijgend meende te mogen toepassen, geloof ik echter te moeten opmerken, dat daarbij het bezigen van dubbele waarden $\pm\sqrt{\ldots}$ niet in aanmerking konde komen, maar dat er daarentegen eenige omzigtigheid vereischt werd in de behoorlijke keuze tusschen $+\sqrt{\ldots}$ en $-\sqrt{\ldots}$

Volgens de vroeger opgegeven formule $[f][g]=[f-g]+[f+g]$, bestaat er tusschen de koorden dezer beide groepen een zoodanig verband, dat het mogelijk is als onbekenden aan te nemen:

$$\left.\begin{array}{ll}
[1]-[16]=[120][121]=x, & [1][16]=[15]+[17]=x_1,\\
[2]+[32]=[15][17]=y, & [2][32]=[30]+[34]=y_1,\\
[4]+[64]=[30][34]=z, & [4][64]=[60]+[68]=z_1,\\
[8]+[128]=[60][68]=v, & [8][128]=[120]-[121]=u_1;
\end{array}\right\}.(k)$$

hieruit volgt dan dadelijk:

$$\left.\begin{array}{ll}
[1]=\tfrac{1}{2}x+\sqrt{(\tfrac{1}{4}x^2+x_1)}, & [16]=-\tfrac{1}{2}x+\sqrt{(\tfrac{1}{4}x^2+x_1)},\\
[2]=\tfrac{1}{2}y+\sqrt{(\tfrac{1}{4}y^2-y_1)}, & [32]=\tfrac{1}{2}y-\sqrt{(\tfrac{1}{4}y^2-y_1)},\\
[4]=\tfrac{1}{2}z+\sqrt{(\tfrac{1}{4}z^2-z_1)}, & [64]=\tfrac{1}{2}z-\sqrt{(\tfrac{1}{4}z^2-z_1)},\\
[8]=\tfrac{1}{2}u+\sqrt{(\tfrac{1}{4}u^2-u_1)}, & [128]=\tfrac{1}{2}u-\sqrt{(\tfrac{1}{4}u^2-u_1)},\\
[15]=\tfrac{1}{2}x_1+\sqrt{(\tfrac{1}{4}x_1{}^2-y)}, & [17]=\tfrac{1}{2}x_1-\sqrt{(\tfrac{1}{4}x_1{}^2-y)},\\
[30]=\tfrac{1}{2}y_1+\sqrt{(\tfrac{1}{4}y_1{}^2-z)}, & [34]=\tfrac{1}{2}y_1-\sqrt{(\tfrac{1}{4}y_1{}^2-z)},\\
[60]=\tfrac{1}{2}z_1+\sqrt{(\tfrac{1}{4}z_1{}^2-u)}, & [68]=\tfrac{1}{2}z_1-\sqrt{(\tfrac{1}{4}z_1{}^2-u)},\\
[120]=\tfrac{1}{2}u_1+\sqrt{\tfrac{1}{4}(u_1{}^2+x)}, & [121]=-\tfrac{1}{2}u_1+\sqrt{(\tfrac{1}{4}u_1{}^2+x)};
\end{array}\right\}.(l)$$

en de tot beide groepen behoorende koorden zullen dus ieder

in het bijzonder bekend zijn, zoodra slechts de waarden gevonden der acht aangenomen onbekenden.

Tot het vinden dezer onbekenden geven de vergelijkinge van § 4

$$xyzu = 1 \quad \text{en} \quad x_1 y_1 z_1 u_1 = 1,$$

terwijl de vergelijkingen (ε) van § 6 geven:

$$-x + y + z + u = -s_1 \quad \text{en} \quad -x_1 + y_1 + z_1 + u_1 =$$

worden er dus weder acht nieuwe onbekenden p, q, r, t, p r_1 en t_1 aangenomen, door te stellen

$$-x + z = p, \quad xz = q, \quad -x_1 + z_1 = p_1, \quad x_1 z_1 =$$
$$y + u = r, \quad yu = t, \quad y_1 + u_1 = r_1, \quad y_1 u_1 =$$

dan heeft men tusschen deze nieuwe onbekenden dadel vergelijkingen

$$p + r = -s_1 \,,\; qt = 1 \,,\; p_1 + r_1 = -s_9 \text{ en } q_1 t_1 =$$

terwijl uit het gestelde volgt:

$$x = -\tfrac{1}{2}p + \sqrt{(\tfrac{1}{4}p^2 + q)}, \quad z = \tfrac{1}{2}p + \sqrt{(\tfrac{1}{4}p^2 + q}$$
$$y = \tfrac{1}{2}r + \sqrt{(\tfrac{1}{4}r^2 - t)}, \quad u = \tfrac{1}{2}r - \sqrt{(\tfrac{1}{4}r^2 - t}$$
$$x_1 = -\tfrac{1}{2}p_1 + \sqrt{(\tfrac{1}{4}p_1^2 - q_1)}, \quad z_1 = \tfrac{1}{2}p_1 + \sqrt{(\tfrac{1}{4}p_1^2 + q_1}$$
$$y_1 = \tfrac{1}{2}r_1 + \sqrt{(\tfrac{1}{4}r_1^2 - t_1)}, \quad u_1 = \tfrac{1}{2}r_1 - \sqrt{(\tfrac{1}{4}r_1^2 - t_1}$$

zoodat de acht voorgaande onbekenden volgens deze fo kunnen berekend worden, indien de acht nieuw aange onbekenden gevonden zijn.

Om deze te vinden is het nog slechts noodig de pro pr en $p_1 r_1$, alsmede de sommen $q+t$ en q_1+t_1, of wel schillen $q-t$ en q_1-t_1 op te sporen.

Nu is $pr = (-x + z)(y + u)$

$$= \{-[1]+[16]+[4]+[64]\}\{[2]+[32]+[8]+[$$

en $q - t = xz - yu$

$$= \{[1]-[16]\}\{[4]+[64]\} - \{[2]+[32]\}\{[8]+[$$

indien men deze producten, waarin slechts koorden van groep voorkomen, ontwikkelt, en daarbij elk gedeeltelij duct door toepassing der formule $[f]\,[g] = [f-g]+[$ herleidt, vindt men, door middel der vergelijkingen (ε) v

$$pr = -(s_1 + s_2 + s_3 + s_6) \quad \text{en} \quad q - t = s_2 + s_8;$$

evenzoo vindt men door de koorden van de 9de groep bruiken

$p_1 r_1 = -(s_9 + s_{10} + s_{11} + s_{14})$ en $q_1 - t_1 = s_{10} + s_{16}$.

Eindelijk verkrijgt men dus, uit de bekende producten en sommen of verschillen:

$$\left.\begin{aligned}
p &= -\tfrac{1}{2} s_1 - \sqrt{\{\tfrac{1}{4} s_1^2 + s_1 + s_2 + s_3 + s_6\}}, \\
r &= -\tfrac{1}{2} s_1 + \sqrt{\{\tfrac{1}{4} s_1^2 + s_1 + s_2 + s_3 + s_6\}}, \\
q &= \tfrac{1}{2}(s_2 + s_8) + \sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_2 + s_8)^2 + 1\}}, \\
t &= -\tfrac{1}{2}(s_2 + s_8) + \sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_2 + s_8)^2 + 1\}}, \\
p_1 &= -\tfrac{1}{2} s_9 - \sqrt{\{\tfrac{1}{4} s_9^2 + s_9 + s_{10} + s_{11} + s_{14}\}}, \\
r_1 &= -\tfrac{1}{2} s_9 + \sqrt{\{\tfrac{1}{4} s_9^2 + s_9 + s_{10} + s_{11} + s_{14}\}}, \\
q_1 &= \tfrac{1}{2}(s_{10} + s_{16}) + \sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_{10} + s_{16})^2 + 1\}}, \\
t_1 &= -\tfrac{1}{2}(s_{10} + s_{16}) + \sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_{10} + s_{16})^2 + 1\}},
\end{aligned}\right\} \ldots (n)$$

en men heeft derhalve in (n), (m) en (l) een stelsel formules, waardoor aangewezen wordt, hoe al de supplementskoorden der beide beschouwde groepen, door achtereenvolgende vierkantsworteltrekkingen, uit de bekende waarden s kunnen berekend worden.

§ 13.

Ten aanzien van de koorden der overige groepen zou men, indien zulks noodig ware, den boven gevolgden weg kunnen inslaan; maar dit is eigenlijk onnoodig, wegens het groote nut, dat ook hier, door de in § 5 aangenomene rangschikking der groepen, wordt opgeleverd Een gevolg toch van die rangschikking is, dat het stelsel vergelijkingen (ε) van § 6 onveranderd behouden wordt, indien men de ranggetallen der koorden verdrievoudigt en tevens de aanwijzende cijfers der letters s allen met eene eenheid verhoogt; mits bij die verdrievoudiging elk ranggetal, dat grooter dan 128 zou worden, door de formule $[257 \pm f] = -[f]$ tot een lager ranggetal teruggebragt worde, en bij de verhooging der aanwijzende cijfers het cijfer 17, dat hierdoor ontstaan kan, door het cijfer 1 worde vervangen. Deze verandering doet wel ieder der vergelijkingen (ε) in de onmiddellijk volgende overgaan, maar het stelsel van zestien vergelijkingen blijft gelijk het was.

Hieruit volgt dan verder, dat ook het stelsel formules (n), (m) en (l) der voorgaande § zou moeten blijven stand houden,

wanneer in (l) en (n) de genoemde verandering
len en aanwijzingscijfers werd ingevoerd; en door
herhaling van die verandering, zou men dus de
al de supplementskoorden aangewezen zien. Maa
formulen is de keuze, tusschen het schrijven va
$-\surd\ldots$, alleen geregeld naar het positief of ne
sommen en verschillen uit de koorden der 1ste e
zamengesteld; voor koorden tot andere groepen
dus die keuze moeten gewijzigd worden, en m
moeten beoordeelen welke wijziging er noodig is.
noodig, dan zou men, op grond van het aange
dellijk de formulen kunnen uitschrijven, die tot
eene bepaalde supplementskoorde kunnen dienen.

Laat b. v. gevraagd worden de koorde [104]
dan vindt men dat, in de zesde koordenkolom
gen (ε), de koorde [17] twee regels hooger bo
staat; dienvolgens verhoogt men in (n) de aa
met twee eenheden, en in (l) vervangt men [17]
hierdoor verkrijgt men tot de verlangde berek
gende stelsel formules:

$$-[104] = \tfrac{1}{2}x_1 - \surd(\tfrac{1}{4}x_1^2 - y),$$
$$x_1 = -\tfrac{1}{2}p_1 + \surd(\tfrac{1}{4}p_1^2 + q_1),$$
$$y = \tfrac{1}{2}r + \surd(\tfrac{1}{4}r^2 - t),$$
$$p_1 = -\tfrac{1}{2}s_{11} - \surd\{\tfrac{1}{4}s_{11}^2 + s_{11} + s_{12} + s_{13} +$$
$$q_1 = \tfrac{1}{2}(s_{12} + s_2) + \surd\{\tfrac{1}{4}(s_{12} + s_2)^2 + 1\},$$
$$r = -\tfrac{1}{2}s_3 + \surd\{\tfrac{1}{4}s_3^2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_8\},$$
$$t = -\tfrac{1}{2}(s_4 + s_{10}) + \surd\{\tfrac{1}{4}(s_4 + s_{10})^2 + 1\},$$

waarin dan echter sommige teekens + of — voo
moeten veranderd worden.

Ten einde te kunnen nagaan wat hiervan zi
uit de vergelijkingen (l)

$$2\surd(\tfrac{1}{4}x_1^2 - y) = [15] - [17];$$

uit de vergelijkingen (m):

$$2\surd(\tfrac{1}{4}p_1^2 + q_1) = x_1 + z_1 = [15] + [17] + [6$$
$$2\surd(\tfrac{1}{4}r^2 - t) = y - u = [\,2\,] + [32] - [\,8$$

en uit de vergelijkingen (n):

$$2\sqrt{\{\tfrac{1}{4}s_9^2+s_9+s_{10}+s_{11}+s_{14}\}}=r_1-p_1=y_1+u_1+x_1-z_1=$$
$$=[30]+[34]+[120]-[121]+[15]+[17]-[60]-[68],$$
$$2\sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_{10}+s_{16})^2+1\}}=q_1+t_1=x_1z_1+y_1u_1=$$
$$=\{[15]+[17]\}\{[60]+[68]\}+\{[30]+[34]\}\{[120]-[121]\},$$
$$2\sqrt{\{\tfrac{1}{4}s_1^2+s_1+s_2+s_3+s_6\}}=r-p=y+u+x-z=$$
$$=[2]+[32]+[8]+[128]+[1]-[16]-[4]-[64],$$
$$2\sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_2+s_8)^2+1\}}=q+t=xz+yu=$$
$$=\{[1]-[16]\}\{[4]+[64]\}+\{[2]+[32]\}\{[8]+[128]\};$$

in overeenkomst met de behoorlijke keuze uit de dubbele waarden $\pm\sqrt{\ldots}$, die zich bij het opmaken der formules (l), (m) en (n) voordeden, zijn al deze vierkantswortels positief; om dit gemakkelijk in te zien, kan men zoo noodig bij de opmerking, dat de koorden kleiner zijn naargelang zij een grooter ranggetal hebben, nog deze voegen, dat de waarden van het eerste 42-tal koorden tusschen 2 en $\sqrt{3}$, die van het volgende 22-tal tusschen $\sqrt{3}$ en $\sqrt{2}$, die van het dan weder volgend 21-tal tusschen $\sqrt{2}$ en 1, en eindelijk die van het laatste 43-tal tusschen 1 en 0 vallen, hetgeen alles blijkt uit de bekende waarden $k(\frac{2}{3}\pi)=\sqrt{3}$, $k(\frac{1}{2}\pi)=\sqrt{2}$ en $k(\frac{1}{3}\pi)=1$.

Tot berekening der koorde [104] moeten nu, wegens het tweemaal na elkander verdrievoudigen der ranggetallen, de bovenstaande koorden vervangen worden door degenen, die wij er hier in een tweeden regel regt onder geplaatst hebben; te weten:

[1], [2], [4], [8], [16], [32], [64], [128],
door
[9], [18], [36], [72], −[113], −[31], [62], [124];
alsmede
[121], [15], [30], [60], [120], [17], [34], [68],
door
[61], −[122], −[13], [26], [52], −[104], −[49], [98];

terwijl tevens de aanwijzende cijfers bij de letters s met twee eenheden moeten worden verhoogd. Hierdoor gaan de bovenstaande vierkantswortels over in:

$$2\sqrt{(\tfrac{1}{4}x_1^2-y)} = -[122]+[104] = \textit{positief},$$

$$2\sqrt{(\tfrac{1}{4}p_1^2+q_1)} = -[122]-[104]+[26]+[98] = \textit{positief},$$

$$2\sqrt{(\tfrac{1}{4}r^2-t)} = [18]-[31]-[72]-[124] = \textit{negatief},$$

$$2\sqrt{\{\tfrac{1}{4}s_{11}^2+s_{11}+s_{12}+s_{13}+s_{16}\}} =$$
$$=-[13]-[49]+[52]-[61]-[122]-[104]-[26]-[98] = \textit{negatief},$$

$$2\sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_{12}+s_2)^2+1\}} =$$
$$=-\{[122]+[104]\}\{[26]+[98]\}-\{[13]+[49]\}\{[52]-[61]\} = \textit{negatief},$$

$$2\sqrt{\{\tfrac{1}{4}s_3^2+s_3+s_4+s_5+s_8\}} =$$
$$=[18]-[31]+[72]+[124]+[9]+[113]-[36]-[62] = \textit{positief},$$

$$2\sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_4+s_{10})^2+1\}} =$$
$$=\{[9]+[113]\}\{[36]+[62]\}+\{[18]-[31]\}\{[72]+[124]\} = \textit{positief}.$$

en daaruit blijkt dan, dat in de drie middelste der formulen (v) een tegengesteld teeken vóór de wortelgrootheid moet geplaatst worden, maar dat de beide eerste en de beide laatste dier formulen geene wijziging behoeven; alzoo verkrijgt men dan tot berekening der supplementskoorde [104] het behoorlijke stelsel formules:

$$\left.\begin{aligned}
[104] &= -\tfrac{1}{2}x_1+\sqrt{(\tfrac{1}{4}x_1^2-y)},\\
x_1 &= -\tfrac{1}{2}p_1+\sqrt{(\tfrac{1}{4}p_1^2+q_1)},\\
y &= \tfrac{1}{2}r-\sqrt{(\tfrac{1}{4}r^2-t)};\\
p_1 &= -\tfrac{1}{2}s_{11}+\sqrt{\{\tfrac{1}{4}s_{11}^2+s_{11}+s_{12}+s_{13}+s_{16}\}},\\
q_1 &= \tfrac{1}{2}(s_{12}+s_2)-\sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_{12}+s_2)^2+1\}},\\
r &= -\tfrac{1}{2}s_3+\sqrt{\{\tfrac{1}{4}s_3^2+s_3+s_4+s_5+s_8\}},\\
t &= -\tfrac{1}{2}(s_4+s_{10})+\sqrt{\{\tfrac{1}{4}(s_4+s_{10})^2+1\}}.
\end{aligned}\right\}\ldots\ldots(v$$

Wegens de moeite, aan de zooeven verklaarde wijziging van teekens verbonden, zou het, wanneer de berekening van al de supplementskoorden verlangd werd, welligt verkieslijker zijn, voor elk tweetal groepen, zooals die in de formulen (h) gepaard voorkomen, dezelfde bewerking te herhalen, die in de voorgaande § ten aanzien van de 1ste en 9de groepen verrigt is.

§ 14.

Nadat nu gebleken is welke vierkantsworteltrekkingen er vereischt worden, om eerst de zestien waarden s_1, s_2, s_3, enz. tot s_{16}, en vervolgens daaruit de supplementskoorden [1], [2], [3], enz... tot [128] te berekenen, behoeft het bijna geen aanwij-

zing, hoe uit deze weder de 128 diagonalen des 257-hoeks, waaronder dan de zijde als oneigenlijke diagonaal wordt medegeteld, kunnen berekend worden. Hiertoe toch heeft men voor die diagonalen, zooals zij in toenemende grootte op elkander volgen, de uitdrukkingen.

$$\sqrt{(4-[1]^2)}, \sqrt{(4-[2]^2)}, \sqrt{(4-[3]^2)}, \text{enz.} \ldots \text{tot} \sqrt{(4-[128]^2)},$$

welke echter nog door de formule $[f]^2 = 2 + [2f]$ kunnen vervormd worden. Daardoor verkrijgt men, voor het eerste 64-tal diagonalen, die allen kleiner dan $\sqrt{2}$ zijn:

$$\sqrt{(2-[2])}, \sqrt{(2-[4])}, \sqrt{(2-[6])}, \text{enz} \ldots \text{tot} \sqrt{(2-[128])}$$

en voor het tweede 64-tal, die allen grooter dan $\sqrt{2}$ zijn:

$$\sqrt{(2+[127])}, \sqrt{(2+[125])}, \sqrt{(2+[123])}, \text{enz.} \ldots \text{tot} \sqrt{(2+[1])};$$

hiervan is nu $\sqrt{(2-[2])}$ de zijde, en $\sqrt{(2+[1])}$ de grootste diagonaal van den 257-hoek.

De laatstgebezigde herleiding heeft nog ten gevolge, dat men uit één supplementskoorde twee verschillende diagonalen berekenen kan. Uit de koorde [104] b.v. vindt men, voor de 52ste en voor de 104de diagonaal, respectievelijk de uitdrukkingen:

$$\sqrt{(4-[52]^2)} = \sqrt{(2-[104])} = \sqrt{\{2+\tfrac{1}{2}x_1 - \sqrt{(\tfrac{1}{4}x_1{}^2 - y)}\}},$$

en

$$\sqrt{(4-[104]^2)} = \sqrt{\{4-\tfrac{1}{4}x_1{}^2 + y + x_1\sqrt{(\tfrac{1}{4}x_1{}^2 - y)}\}},$$

waarin x_1 en y de waarden hebben, door de formulen (v') aangewezen.

§ 15.

Nadat, door het laatstaangevoerde, de taak die ik mij voorgesteld had ten einde was gebragt, rees de vraag bij mij op, hoe groot het aantal vierkantsworteltrekkingen wel zijn zou, dat tot berekening van de zijde en van al de diagonalen des veelhoeks vereischt werd.

Tot het berekenen van eene enkele waarde s, b.v. die van s_1, is volgens de laatste formule van § 11 het vereischt aantal worteltrekkingen 7; maar hieruit kan niet afgeleid worden, hoeveel worteltrekkingen er noodig zijn tot berekening van al

de zestien waarden s, want dezelfde worteltrekki
rekening van s_1 dienen, behooren grootendeels
waardoor de overige waarden s berekend kunnen
veel worteltrekkingen al de zestien waarden s
uit de formulen (b), (d), (f), (h) en (i) wor
Bij de enkele worteltrekking door (b) aangeweze
2 nieuwe volgens (d); hierbij komen achteree
6 nieuwe volgens (f), 8 nieuwe volgens (h), en
6 nieuwe volgens (i), weshalve er in het geheel
kingen noodig zijn, om al de zestien waarden s

Al die zestien waarden s heeft men echter ni
slechts eene enkele supplementskoorde, of ook
acht supplementskoorden van een der onderschei
berekenen. Immers in de formulen (v'), en in
komen slechts tien waarden s voor, en wel zóó,
brekende waarden s tot drie paren behooren, zo
formulen (h) gecombineerd zijn. Volgens (h) va
van de reeds opgetelde 23 worteltrekkingen weg
dus slechts 20 noodig om de tien vereischte waa

Het berekenen van eene enkele supplementsk
nu, behalve deze 20 worteltrekkingen, nog 7
de formulen (v'); voegt men daarbij de eene
waardoor uit die koorde een diagonaal gevond
blijkt, dat er 28 verschillende worteltrekking
indien men alleen, hetzij de zijde, hetzij eene e
des veelhoeks zou willen berekenen.

Voor de gezamenlijke acht supplementskoorde
groep behooren, komen bij de genoemde 20 v
nog 12 nieuwe; namelijk 4 volgens (l), 4 volg
4 volgens (n). Tot gelijktijdige berekening van
der behoorende diagonalen, moeten er dus 40 v
uitgevoerd worden.

Voor de gezamenlijke zestien supplementsko
paar groepen behoorende, komen bij de 20 v
ter berekening van de vereischte waarden s, n
volgens (l), (m) en (n). De gelijktijdige bereken
bij elkander behoorende diagonalen eischt dus
van 52 worteltrekkingen.

Om eindelijk al de supplementskoorden te berekenen, heeft men al de waarden s noodig, die zooals aangetoond is 23 worteltrekkingen vorderen. Bij deze komen, volgens (l), (m) en (n), 16 nieuwe worteltrekkingen voor ieder paar groepen, dat is in het geheel 128. Hierbij komen er dan nog 128 om uit de supplementskoorden tot de diagonalen te geraken; zoodat er tot berekening van al de diagonalen des 257-hoeks, de zijde daaronder begrepen, 279 vierkantsworteltrekkingen vereischt worden.

§ 16.

Ik kan mij niet weêrhouden hier nog enkele bijzonderheden te laten volgen, die mij bij de bearbeiding van het afgehandelde onderwerp voorkwamen, en die, hoezeer ze tot bereiking van mijn doel niet medewerkten, mij toeschenen opmerking te verdienen.

1°. In § 1 is gevonden

$$[1]+[3]+[5]+\text{enz..tot}+[127]=[1][2][4][8][16][32][64],$$

en daar het gedurig product van al de acht koorden der eerste groep gelijk aan de eenheid is, heeft men derhalve

$$[1]+[3]+[5]+\text{enz.... tot}+[127]=\frac{1}{[128]};$$

maar ook is volgens § 3

$$[1]-[2]+[3]-[4]+[5]-\text{enz..tot}+[127]-[128]=1,$$

en dus verkrijgt men door aftrekking, en daarna weder door optelling:

$$[2]+[4]+[6]+\text{enz.. tot}+[128]=\frac{1}{[128]}-1,$$

$$[1]+[2]+[3]+[4]+\text{enz. tot}+[127]+[128]=\frac{2}{[128]}-1,$$

zoodat nu de som van al de supplementskoorden, alsmede de sommen van diegenen, welke slechts onevene of evene ranggetallen hebben, door middel der koorde [128] bekend worden.

Dewijl $[128]=2\,Cos.\,64\,a=2\,Sin.\,\frac{1}{4}\,a$ is, heeft men ook:

$[1]+[3]+[5]+$ enz. . . . . tot $+[127]=$
$[2]+[4]+[6]+$ enz. . . . . . . tot $+[128]=$
en
$[1]+[2]+[3]+[4]+$enz.tot$+[127]+[128]=$
$= Tang. 32a\ Cot. \frac{1}{4}a = Tang.$

2°. Herleidt men op de in § 1 gevolgde man
rig product $[2][4][8][16][32][64][128]$
van koorden, dan vindt men

$$[2][4][8][16][32][64][128]=[2]-[3]+[$$
$$+[10]-[11]+ \text{enz.. tot} +[126]-[$$

in welke laatste uitdrukking de evene en oneven
telkens vier eenheden grooter worden. Voor deze
den heeft men dus:

$$[2]-[3]+[6]-[7]+[10]-[11]+$$
$$\text{tot} +[126]-[127] = \frac{1}{[1]} = \frac{1}{2\,Cos.\frac{1}{2}a} =$$

3°. Neemt men uit de formulen, die in het t
van § 3 gebezigd zijn, alleen diegenen, welke t
mentskoorden der 1ste groep behooren, dan verkr
optelling

$[1]^2+[2]^2+[4]^2+[8]^2+[16]^2+[32]^2+[64]^2+[1$

evenzoo vindt men dat de sommen van de vierka
den tot de 2de, 3de, en volgende groepen behoo
tievelijk worden uitgedrukt door

$$16-s_2,\ 16-s_3,\ 16-s_4, \text{ enz.}$$

Voor de som der vierkanten van al de suppl
vindt men hieruit het vroeger gevondene getal 2

4°. Volgens de vergelijking (γ) van § 6, is d
de producten twee aan twee van de vierkanten
plementskoorden 32131. Wordt dus het vierkant
even genoemde getal 255 met het dubbel van 3
derd, dan vindt men voor de som der vierde m
de supplementskoorden:

$[1]^4+[2]^4+[3]^4+[4]^4+[5]^4 +$ enz. tot $+[$

5°. Herleidt men, door de formule $[f][g]=[f-$

de 28 producten twee aan twee, die kunnen gevormd worden uit de acht termen

[1], —[2], —[4], —[8], —[16], —[32], —[64], en —[128]

der eerste groep, dan vindt men, voor de som van die 28 producten,

$$-(s_1+2s_2+s_3+s_6+s_8+s_9);$$

voegt men vervolgens het dubbel van deze som bij de waarde 16—s_1, die boven voor de som van de vierkanten der koorden van de eerste groep gevonden is, dan komt er, volgens de eerste der vergelijkingen (ϵ) van § 6,

$$s_1^2=16-3s_1-4s_2-2(s_3+s_6+s_8+s_9).$$

Hierin behoeft men slechts de aanwijzende cijfers der letters s telkens eene eenheid te verhoogen, om te vinden:

$$s_2^2=16-3s_2-4s_3-2(s_4+s_7+s_9+s_{10}),$$
$$s_3^2=16-3s_3-4s_4-2(s_5+s_8+s_{10}+s_{11}),$$
enz.

Telt men de alzoo verkregen waarden van de vierkanten der zestien waarden (θ) bij elkander op, daarbij in het oog houdende dat de som der zestien waarden (θ) zelve gelijk aan de eenheid is, dan verkrijgt men

$$s_1^2+s_2^2+s_3^2+s_4^2+\text{ enz.. tot }+s_{16}^2=241,$$

ten aanzien van welk laatste getal het opmerkelijk is, dat het juist de overmaat van 257 boven 16 is.

6°. Uit $[1]^2=2+[2]$, $[2]^2=2+[4]$ en $[4]^2=2+[8]$, volgt door vermenigvuldiging:

$$[1]^2[2]^2=4+2[2]+2[4]+[2][4]=4+3[2]+2[4]+[6],$$
$$[1]^2[4]^2=4+2[2]+2[8]+[2][8]=4+2[2]+2[8]+[6]+[10],$$
$$[2]^2[4]^2=4+2[4]+2[8]+[4][8]=4+3[4]+2[8]+[12];$$

maakt men op deze wijze al de 28 producten twee aan twee op van de vierkanten der koorden, die tot de eerste groep behooren, dan vindt men, voor de som van die 28 producten,

$$112-15s_1-2s_2-(s_3+s_6+s_8+s_9);$$

en trekt men dus verder het dubbel dezer som af van

$$\{[1]^2+[2]^2+[4]^2+[8]^2+[16]^2+[32]^2+[64]^2+[128]^2\}^2=(16-s_1)^2,$$

dan verkrijgt men, na voor $s_1{}^2$ de sub 5°. g
ingebragt te hebben,

$$[1]^4+[2]^4+[4]^4+[8]^4+[16]^4+[32]^4+[64]^4+[128$$

Voor de som van de vierde magten der koo
3de en volgende groepen behoorende heeft men

$$48-5s_2,\ 48-5s_3,\ 48-5s_4,$$

en door dus al die sommen zamen te voegen,
de som van de vierde magten van al de 128
reeds verkregen getal 763 terug.

7°. Zoo men het vierkant van de bekende s
waarden (θ), dat is 1, met de gevonden som
vierkanten vermindert, verkrijgt men — 240 v
som der producten twee aan twee van de zestie
De som dier producten is dus — 120, terv
$\frac{16\times15}{1\times2}$, en dus juist 120 is.

De bijgebragte bijzonderheden wijzen telke
min of meer zamengestelde betrekkingen van
tusschen de supplementskoorden van den 257-
opsporen van meer zulke betrekkingen, wier aa
§ 1 onnoemelijk groot heb genoemd, schijnt ee
puttelijke bron te zijn, zoodat ik mij tot de b
onder den arbeid ongezocht te voorschijn trade
en alzoo dit onderwerp niet verder zal uitbreide

§ 17.

Ten slotte acht ik mij nog verpligt tot een
waarmede men welligt zou kunnen beweren, d
hooren te beginnen. Vóór dat ik namelijk de b
den 257-hoek met ernst ter hand nam, had het
ner vorige bijdrage aanleiding gegeven, dat ik,
achten Heer Secretaris onzer natuurkundige Afd
zaam gemaakt werd op het bestaan van een u
zoek omtrent dien veelhoek door RICHELOT, opg
9de Deel van het Journaal van CRELLE (A°. 18
Maar eensdeels had ik toen dat boekdeel nie

schikking; anderdeels had ik meermalen ondervonden, dat eenig vindingsvermogen, voor zoover mij dit eigen mogt zijn, eer benadeeld dan bevoordeeld werd, indien ik bij een bepaald problema vooraf den arbeid van anderen raadpleegde. Dit noopte mij, mijne beschouwing van den 257-hoek aan te vangen, en ken het zijn te voltooijen, zonder van den arbeid van RICHELOT kennis te nemen; en zóó ontstond het voorgaande opstel.

Toen mij nu, nádat dit voltooid was, het genoemde 9de Deel van CRELLE in handen kwam, berouwde het mij geenszins een eigen gang gegaan te zijn. Immers, hoezeer het doel van RICHELOT eigenlijk geen ander dan het mijne was, vond ik in zijn uitvoerigen arbeid (85 kwarto bladzijden met vele hoogst-omslagtige formules en tabellen) geenerlei spoor van de eigenschappen of van de wortelgrootheden, die het mij gelukte in een zoo merkelijk kleiner bestek aan te wijzen en uit te brengen. Als éénig punt van overeenkomst, vond ik bij RICHELOT mijne getallenwaarden (θ) van § 6 in zes decimalen terug (zie CRELLE 9e Deel, blz. 22 en 23), zonder dat het dáár evenwel blijkt, dat dit de sommen van groepen van acht koorden zijn.

Op grond van dit een en ander, vlei ik mij dat aan mijnen arbeid geen ongunstig onthaal zal te beurt vallen. De inzage van den arbeid van RICHELOT noopt mij er nog eenige weinige woorden bij te voegen, over de onbestaanbare 257ste magtswortels uit de eenheid.

Gelijk bekend is, bevat het voorste lid der vergelijking $X^{257} - 1 = 0$, behalve den factor $X - 1$, nog 128 tweedemagtsfactoren, die allen begrepen zijn in den vorm

$$X^2 - 2X\,Cos.\,i\,a + 1,$$

waarin door i elk der getallen 1, 2, 3, enz. tot 128 voorgesteld wordt, terwijl wederom $a = \frac{2\pi}{257}$ is. Dewijl

$$2\,Cos.\,i\,a = k(\pi - 2\,i\,a) = [2\,i]$$

is, kan men voor deze tweedemagtsfactoren schrijven

$$X^2 - [2i]\,X + 1,$$

en door hen dan gelijk nul te stellen, vindt men voor X de 256 onbestaanbare waarden, die begrepen zijn in den vorm

$$X = \tfrac{1}{2}\{[2i] \pm \sqrt{}([2i]^2 - 4)\}$$

waarvoor, omdat $[2i]^2 = 2 + [4i]$ is, ook
worden

$$X = \tfrac{1}{2}\{[2i] \pm \sqrt{}([4i] - 2)\},$$

of wel

$$X = \tfrac{1}{2}\{[2i] \pm \sqrt{}-(2 - [4i])\}$$

Door dus hierin werkelijk voor i de getallen
tot 128 te substitueren, verkrijgt men, voor
staanbare 257^{ste}magtwortels uit de eenheid, de v

van $i = 1$, tot $i = 32$,...
$\tfrac{1}{2}\{[\ 2\ ] \pm \sqrt{}-($
$\tfrac{1}{2}\{[\ 4\ ] \pm \sqrt{}-($
enz.
$\tfrac{1}{2}\{[64] \pm \sqrt{}-($

van $i = 33$, tot $i = 64$,...
$\tfrac{1}{2}\{[66] \pm \sqrt{}-($
$\tfrac{1}{2}\{[68] \pm \sqrt{}-($
enz.
$\tfrac{1}{2}\{[128] \pm \sqrt{}-($

van $i = 65$, tot $i = 96$,...
$\tfrac{1}{2}\{-[127] \pm \sqrt{}-$
$\tfrac{1}{2}\{-[125] \pm \sqrt{}-$
enz.
$\tfrac{1}{2}\{-[\ 65\ ] \pm \sqrt{}-$

van $i = 97$, tot $i = 128$....
$\tfrac{1}{2}\{-[\ 63\ ] \pm \sqrt{}-$
$\tfrac{1}{2}\{-[\ 61\ ] \pm \sqrt{}-$
enz.
$\tfrac{1}{2}\{-[\ 1\ ] \pm \sqrt{}-$

al welke vormen nu eeniglijk zijn uitgedrukt in
koorden, waarvan in § 12 en § 13 is aangetoo
leen door het trekken van vierkantswortels k
berekend.

RAPPORT

VAN DE HEEREN

A. H. VAN DER BOON MESCH EN E. H. VON BAUMHAUER,

UITGEBRAGT IN DE GEWONE VERGADERING VAN

31 MAART 1866.



Aan de Natuurkundige Afdeeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen is door Z. E. den Gouverneur-Generaal van Nederlandsch Indië, Baron L. A. J. W. SLOET, Lid der Akademie, met eene missive, geteekend Buitenzorg 14 October 1865, toegezonden een stuk ijzer, afkomstig van het meteoorijzer in den Kraton van den Soesoehoenan van Soerakarta. Op zijn verzoek heeft Z. E. daarvan een stuk ontvangen, en om dit te verkrijgen is, als gewoonlijk, om de geheele massa gedurende eenige dagen vuur gestookt, totdat zij geheel gloeide. De hoeveelheid bedraagt thans nog, naar gissing, één cubiek el. Van dit ijzer werden door Z. H. en Hare Voorgangers gedeelten gegeven tot het vervaardigen van wapenen, die daardoor eene bijzondere waarde verkregen. Z. E. heeft bij dit ijzer tevens gevoegd de vertaling van eene aanteekening, namens den Soesoehoenan verstrekt, van den volgenden inhoud:

Er waren vroeger twee meteoorsteenen in den Kraton te Soerakarta, afkomstig van Prambanan.

Een daarvan is op verlangen van wijlen Z. H. den Soesoehoenan PAKOE-BOEWÂNÂ III van Prambanan overgebragt tot vóór

de deur van 's Vorsten gebouw Panĕpèn, dat a
staat, op Zaturdag Pon den 22 Moeloed des
(13 Februarij 1784).

Van dezen steen is niets meer overgebleven.
wel de grootste dier steenen, is, op last van w
Soesoehoenan PAKOE-BOEWÅNÅ IV, van Prambar
onder een waringin-boom bij het gebouw van
aan den oostkant staat, op Maandag Lĕgi den
jaars Alip 1723 (12 Februarij 1797). — Op
den 4den Djoemadilakir des jaars Djimawal
1798) is deze steen overgebragt onder een
erf vóór 's Vorsten gebouw pasowan-pamaganga
derdag Kliwon den 12den Rĕdjĕp des jaars
(25 September 1806) tot vóór de deur van 's
panĕpèn.

Later is die steen, op verlangen van wijlen
soehoenan PAKOE-BOEWÅNÅ VIII, overgebragt n
van den Kraton, doch volgens den Radèn toen
JÅDININGRAT heeft Z. H. de Soesoehoenan PAK
het plan, om hem weder vóór de deur van he
nĕpèn te laten plaatsen.

Verder verklaart de Radèn toemĕnggoeng
van wijlen Radèn ATMA WIGNJÅ DIPOERÅ gehoord
volgens mondelinge overleveringen, de bewoners
en omliggende désas eens een lichtstraal uit
beneden hebben zien strijken, gevolgd door een
luid, waarop zij naar de oorzaak daarvan zoek
genoemden meteoorsteen hebben gevonden; —
voorval aan hunne bĕkĕls hebben bekend gema
der aan anderen verteld hebben, en het zood
tot mond is overgegaan, tot het eindelijk ter o
Z. H. den Soesoehoenan PAKOE-BOEWÅNÅ III is

Of deze overlevering ook op den nog aanw
steen betrekking heeft, is niet bekend.

Soerakarta, den 14den

De gezworen T

(*get.*) W

Het bedoelde stuk ijzer had een gewigt van 289,10 gram, was vormloos, uitwendig zwartachtig gekleurd en oppervlakkig eenigzins geoxydeerd, behalve de grootste, meer gelijke oppervlakte, die metaalglanzend was. Het inwendige gedeelte, dat vrij zacht was, had in de breuk veel overeenkomst met het beste Engelsche ijzer.

Het van de grootste en gelijkmatige oppervlakte afgenomen gedeelte had een spec. gewigt van 7,4816 op 15° C. en was zamengesteld uit

IJzer	96,71
Nickel	2,86
Sporen van Cobalt en Silicium en verlies .	0,43
	100,00.

Uit een opzettelijk onderzoek van dit gedeelte naar zwavel, phosphorus, arsenicum, koper en chromium bleek, dat deze stoffen daarin niet aanwezig waren.

Een ander gedeelte, dat een spec. gewigt had van 7,831 op 14° C. was zamengesteld uit

IJzer	93,77
Nickel	5,91
Sporen van Cobalt, Silicium en Chromium .	0,32
	100,00.

In een derde gedeelte bleek de verhouding tusschen ijzer en nickel te zijn :

IJzer	94,95
Nickel	4,83.

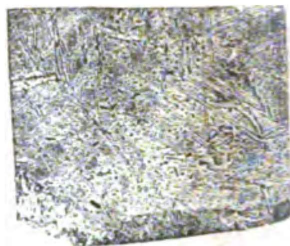
Dat die verhouding, tusschen ijzer en nickel, in de drie ontledingen verschilt, kan geen verwondering baren, daar ook dit ijzer waarschijnlijk een mengsel is van zuiver ijzer met een alliage van ijzer en nickel; welke meening ook daardoor bevestigd wordt, dat het eene gedeelte daarvan door een zuur sterker wordt aangetast dan het andere, zooals blijkt uit de hier vol-

gende afdrukken van vijf geëtste vlakten, van welke 1 en 2, aan elkander evenwijdig, loodregt staan op de evenwijdige 3 en 4 en op het vlak 5;

1.



2.



3.



4.



5.



Daarenboven heeft men bij de analysen van meteoorijzer-massa's steeds andere verhoudingen tusschen de twee genoemde metalen gevonden, als men van hetzelfde stuk meer dan één gedeelte aan de ontleding onderwierp.

Door het vijlen en zagen werd het ijzer zeer magnetisch, zoodat het vijlsel in bundels zich er tegen aanhechtte.

Uit dit onderzoek is voldingend gebleken, dat het onderzochte stuk ijzer meteoorijzer is.

Wij hebben alzoo de eer voor te stellen, om den beleefden dank der Vergadering voor deze toezending aan Z. E. den Gouverneur Generaal van Nederlandsch Indië, den Heer Baron SLOET, te betuigen.

RAPPORT

OMTRENT DE MAATREGELEN VAN REGERINGSWEGE TE NEMEN

TEGEN DE TRICHINOSE,

UITGEBRAGT IN DE VERGADERING DER KONINKLIJKE AKADEMIE (AFDEELING NATUURKUNDE) VAN DEN 27STEN APRIL 1866.



De ondergeteekenden, in de laatste Vergadering van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen uitgenoodigd tot het geven van een praeadvies omtrent hetgeen de Afdeeling van Natuurkunde zou behooren te antwoorden op de tot haar door de hooge Regering gerigte vraag: naar de maatregelen, die zouden behooren voorbereid en genomen te worden, ten einde Trichinen-houdend vleesch uit Nederland te weren, hebben de eer u bij dezen het resultaat hunner nasporingen en overwegingen mede te deelen.

Vooraf echter veroorloven zij zich ééne opmerking. Doordien de Regering van de onderstelling uitgaat, dat bovenbedoelde maatregelen behooren gegrond te zijn *op eene naauwkeurige kennis van de wijze van verspreiding der ziekte en van de middelen tot onderzoek van de voorwerpen, door welke zij zich voortplant*, tracht zij wel is waar het vraagstuk eenigzins op wetenschappelijk terrein te brengen; maar in weêrwil daarvan komt het uwer Commissie voor, dat het antwoord op die vraag meer van administrativen en staathuishoudkundigen aard behoort te zijn, en minder bij de Akademie, die zich bij voorkeur met zuiver wetenschappelijke onderwerpen bezig houdt, dan wel bij de Heeren Inspecteurs van de Geneeskundige dienst hare beantwoording behoort te vinden. Voor de juistheid dier meening pleit ook de consideratie der Regering, *dat eene naauwkeurige kennis van den handel, die in varkensvleesch met na-*

burige rijken, vooral met Duitschland, gedreven w
borg moet leveren, dat de voorgestelde maatrege
niet te zeer zullen belemmeren.

Ofschoon er geen noodzakelijke grond bestaat
gelijke kennis bij de Akademie te onderstellen,
Commissie toch gemeend, dat de Akademie zich
de haar opgedragen taak behoeft te onttrekken,
althans kan mededeelen: wat de wetenschap o
spreiding der ziekte en omtrent de middelen to
de voorwerpen, waardoor zij zich voortplant,
terwijl zij haar ook de mededeeling der middel
te onthouden, die tot wering van de Trichinen-
kunnen worden.

Omtrent de bepaalde keuze van deze laats
haar oordeel aan dat der Heeren Inspecteurs
kundige dienst onderworpen moeten worden.
volgens de wet van 1 Junij 1865 geroepen,
volksgezondheid te onderzoeken en, waar no
delen tot verbetering aan te wijzen en te bevo
Dientengevolge zijn zij ook verpligt, zich perso
maken met den aard van elke de volksgezondh
of eene buitengewone sterfte veroorzakende zie
bevoegde autoriteiten en geneeskundigen de da
maatregelen te beramen (art. 16).

Zeker is het, dat de zaak in hooge mate
Regering verdient. De epidemiën van den laats
in het Noordelijke Duitschland zulke droevige
dat de Regering weldoet, bij tijds de noodige
gelen te nemen en het publiek door voorlicht
stellen zich voor de Trichinose te vrijwaren.

Onder die epidemiën verdienen vooral genoe
twee op het eiland Rügen, elke van 10 à 20
Maagdeburg eene, die zich over verscheidene
en circa 300 personen aantastte; in Plauen eene
waarvan 1 stierf; in het Anhaltsche eene van
allen in genezing overgingen; in Blankenburg e
SCHOLZ 270 jagers van het Brunswijksche jag
handelde, en 2 lijders zag sterven; te Calbe aan

van 38 personen, die voor 8 hunner doodelijk was; te Burg bij Maagdenburg eene, waarbij men 50 zieken en 10 dooden telde; in Quedlinburg eene van 9 personen met 1 doode, eene andere op deze zelfde plaats, gedurende welke 120 personen ziek werden en 2 stierven; te Hettstädt eene, die eene sterfte van 27 op 158 zieken opleverde. De ergste echter (om van vroegere epidemiën, waarvan de diagnose eerst a posteriori gemaakt is, en van een aantal meer of min geïsoleerde ziektegevallen niet te spreken) is die te Hedersleben geweest. Dit plaatsje telt slechts 2000 inwoners, van welke 350—400 ziek werden en 102 stierven.

Welke de ziekteverschijnselen zijn, waardoor de Trichinose zich openbaart, behoeven wij hier thans niet te onderzoeken. Ook de natuurlijke geschiedenis der Trichinen of haarwormen vereischt hier geene breedvoerige uiteenzetting. Dit echter moeten wij doen opmerken, dat hare voortplanting door eijeren geschiedt, die echter niet naar buiten worden gevoerd, maar in het moederdier blijven, zoodat dit levende jongen ter wereld brengt.

De darmen van het varken of van eenig ander dier zijn hare bakermat. Van daar begint zij als darmtrichine hare zwerftogten, door de darmwanden heenborende en zet die tot de verst verwijderde déelen, maar steeds zooveel mogelijk in het spierweefsel, voort, totdat zij zich in ditzelfde spierweefsel vestigt en zich, na eenigen tijd eerst met een vliezig en doorschijnend, later door kalkafzettingen troebel en bijna ondoorschijnend hulsel, zakje of kapsel omgeeft. In dezen vorm kan men haar *spiertrichine* noemen. Als zij later met het spierweefsel in de darmen geraakt is, valt haar hulsel spoedig af. Het dier beweegt zich nu weêr vrij in het darmslijm en is weldra 5 of 6 maal grooter geworden. Het mannelijk individu, 'twelk volgens J. VOGEL kort na de voederingsproeven in aantal bijna gelijk staat met het wijfje, maar spoedig na den coitus te gronde gaat (waarin welligt het gevoelen van anderen zijne verklaring vindt dat de mannetjes minder talrijk zouden zijn dan de wijfjes) is ook veel kleiner. Daarin en in de verbazende vruchtbaarheid der wijfjes is de oorzaak van hare buitengewone vermenigvuldiging gelegen. Prof. LEUCKART toch

heeft berekend, dat in een lood (ongeveer 15 wigtjes) matig met Trichinen voorzien vleesch ongeveer 40000 van deze individu's gezeteld kunnen zijn. Neemt men nu met Prof. LEUCKART aan, dat $\frac{1}{10}$ daarvan tot het mannelijke geslacht behoort en dat van de 36000 wijfjes elk 60 jongen in zich bevat, dan kunnen door een lood vleesch 2160000 trichinen in het organisme gebragt worden.

Dat zulk een verbazend heirleger van parasiten in staat moet zijn belangrijke stoornissen in het organisme teweeg te brengen, behoeft zeker geen betoog.

Het is derhalve van gewigt te onderzoeken met KÜCHENMEISTER, VIRCHOW, LEUCKART, enz. op welke wijze die vreemde gasten ontstaan en in het menschelijk organisme binnensluipen.

Van welk dier zij hunnen oorsprong ontleenen is tot dus verre niet met zekerheid bekend. Met eenige waarschijnlijkheid mag men met KÜCHENMEISTER, VIRCHOW, LEUCKART en anderen aannemen, dat de trichine spiralis de jeugdige toestand eener nematode is, die men echter in haren verder ontwikkelden vorm nog niet kent. Evenmin is hare geographische verspreiding naauwkeurig na te gaan. Dit weet men wel, dat zij in de katten, ratten, muizen, in de mollen, in de konijnen, in den vos en andere zoogdieren, maar vooral in het varken voorkomen en dat de trichinen, die in den mensch gevonden werden, aan het gebruik van het vleesch van het varken haren oorsprong te danken hadden. De vraag ligt dus voor de hand, of het voedsel van het varken soms tot haar ontstaan aanleiding kan geven, Met het oog daarop heeft men gemeend wormstekige rapen en knollen verdacht te moeten houden. Intusschen heeft een nader onderzoek dit vermoeden niet bevestigd. Het bleek toch, dat de kleine wormpjes (anguillulae) die in rapen en knollen gevonden worden, geheel anders gebouwd zijn en eijeren leggen, oviparae zijn, terwijl de trichinen levende jongen ter wereld brengen, viviparae zijn.

Voorts meende men dat de aard- of regenworm den varkens de trichinen zou kunnen aanbrengen. Maar het in een hulsel besloten wormpje, dat men in dat dier vindt, is veel kleiner en van een ander maaksel, en schijnt ook tot de zoogenaamde anguillulae gerekend te moeten worden. Ook in den mol heeft

nen den oorsprong gezocht; maar de worm, die daarin voorkomt, bleek wederom van trichinen geheel in maaksel te verschillen. Ook werden twee konijnen met het vleesch van nematoden bevattende mollen gevoed, zonder dat daardoor trichinen bij hen ontwikkeld werden.

Hoe het zij, tot dusverre hebben de wetenschappelijke nasporingen niets anders geleerd, dan dat de varkens door het nuttigen van trichinenhoudend vleesch zelven trichineus zijn geworden. Te dezen opzigte nu liggen ratten, in mindere mate ook muizen, onder zware verdenking, van de oorzaak hunner infectie te zijn. Vier ratten toch in de buurt van de stallen, waarin de varkens waren die men aan een onderzoek onderwierp, bleken eenen grooten overvloed van trichinen te hebben. De infectie dier ratten was vermoedelijk aan twee konijnen te wijten, die door haar opgevreten waren.

Hoe rijk het spiervleesch van ratten van trichinen voorzien kan zijn, blijkt daaruit, dat PETTENKOFER en PROBSTMAYER eens in een stukje van den masseter van eene opzettelijk getrichiniseerde rat, van $4\frac{1}{2}$ milligram, niet minder dan 468 à 477 stuks vonden.

Nu is het bekend dat varkens omnivoren zijn, dat zij zich mèt allerlei dierlijke en plantaardige zelfstandigheden voeden, en bepaaldelijk weet men, dat zij doode ratten geenszins versmaden. In de excrementen van een varken, dat eene trichineuse rat verslonden had, vond men darmtrichinen terug. De dood volgde na 17 dagen, en toen nog vond men in het dier eene ontzettende menigte darmtrichinen, maar nog weinige spiertrichinen.

Professor WEDL te Weenen onderzocht voorts 35 ratten uit verschillende streken dier stad, en vond bij 2 van de 7, die uit de vilderij afkomstig waren, trichinen. Dat er slechts zoo weinige in waren, meende hij aan de jeugd der ratten te moeten toeschrijven. Vóór hem hebben GERLACH, LEISERING, ADAM, PROBSTMAYER en anderen het veelvuldig voorkomen van Trichinen in ratten vermeld, alsmede aangetoond of vermoed dat deze dikwerf door varkens gevreten werden.

Van nog meer practisch belang dan den oorsprong te kennen, is het te weten of er ook karakteristieke teekenen zijn,

waaraan men bij het levende varken herkennen kan, dat het Trichinen bevat of aan de Trichinenziekte (Trichiniasis of liever nog Trichinosis) lijdende is. Door Dr. KÜHN zijn met dat doel voor oogen onderscheidene proeven genomen. Vijf varkens werden door hem met Trichinen-houdend vleesch gevoed. Eerst nadat zij belangrijke hoeveelheden en wel herhaaldelijk daarvan genuttigd hadden, vertoonden de varkens eenige ziekteverschijnselen. Zij waren echter weinig in het oog vallend en geenszins gelijk bij de verschillende dieren. Bij eene oppervlakkige beschouwing kon men ze ter naauwernood herkennen. Allen vertoonden minder eetlust. Vermagering vond in het geheel niet of slechts in geringe mate plaats. Bij één varken trad stijfheid en verlamming op, doch eerst na rijkelijke infectie. Schorheid van de stem werd niet gehoord. Slechts één varken had koorts met versnelden pols, pijn bij drukking van de spieren en het kroop weg in het stroo.

Neemt men nu in aanmerking, dat deze dieren opzettelijk met Trichinen-houdend vleesch gevoed waren, en dat dus hier de overbrenging der Trichinen veel rijkelijker was dan zulks bij zelf-infectie ooit plaats vindt, en dat desniettegenstaande de verschijnselen zoo gering waren, dan komt men tot het besluit: dat er eigenlijk geene voldoende karakteristieke verschijnselen bestaan, waaruit men de aanwezigheid der Trichinen in het varken kan opmaken, en dat deze parasiten niet alleen in kleine, maar zelfs in groote hoeveelheid aanwezig kunnen zijn, zonder in het oogloopende stoornissen teweeg te brengen.

Hoe ligt men zich in de diagnose vergissen kan, blijkt uit hetgeen KÜHN vermeldt, dat men namelijk bij twee varkens, die bovenstaande verschijnselen vertoonden, en die derhalve, als van Trichinose verdacht, onder toezigt der politie gehouden waren, na den dood in een groot aantal praeparaten geene enkele Trichine ontdekken kon. Zij waren trouwens aan rheumatismus overleden, bij welke ziekte, meer nog dan bij de Trichinose, eenige der bovengenoemde verschijnselen gevonden worden.

Ook de veeartsenijkundige PROBSTMAYER komt, met het oog op deze en nog andere overwegingen, tot het besluit: dat de ziekteverschijnselen der Trichinose bij levende dieren, met name

bij het varken, in het geheel niet kenmerkend zijn om eene zekere diagnose toe te laten. De vatbaarheid voor Trichinen-infectie, schijnt noch van het ras, noch van den leeftijd, noch van het geslacht afhankelijk te zijn. Ook oefent de Trichinose noch plotseling noch op den duur eenigen in het oogvallenden invloed op de ligchamelijke ontwikkeling en mesting der varkens uit. Slechts één middel wordt er dus gevonden, waardoor men zich zekerheid omtrent de aanwezigheid der Trichinen in het levende varken verschaffen kan, en wel, indien men door middel van een boortje of harpoentje een klein stukje vleesch uit hun lijf rukt en daarin door het microscoop de Trichine ontdekt. Die proef moet echter zoowel met het vleesch uit de eene als uit de andere ligchaamshelft genomen worden, bij voorkeur met het vleesch uit den nek, boven de lendenwervelen, van het kruis, digt bij den wortel van den staart, van het schouderblad, van de vóórdij en van den achter- boven- en onderpoot, welligt ook van de tong en van enkele aangezigtsspieren, zooals van den masseter. Het is toch op deze plaatsen, dat de Trichinen bij voorkeur voorkomen, terwijl men ze daarenboven in het gedoode varken voornamelijk in het middenrif en de tusschenribbige spieren, in die van het strottenhoofd en in de oogspieren kan vinden.

Het minst vond KÜHN ze in de ruggespieren. In de hartspier worden zij slechts zelden aangetroffen. PROBSTMAYER verklaart, ze in het hart van eene rat, en wel in vrijen toestand, gevonden te hebben. In het vet, het spek, de lever, de hersenen en in de nieren konden zij tot dusverre niet opgespoord worden.

Vindt men nu in eenige spier reeds weinige, dan heeft men allen grond er in het geheele dier verscheidene en wel vele te vermoeden. Zij komen daarenboven in verschillende gedeelten der spieren in zeer uiteenloopende hoeveelheid voor. Het meest vindt men ze bij de aanhechting der spieren digt bij den overgang in de pezen. Van daar ontleene men ook doorgaans de praeparaten, die men aan een microscopisch onderzoek wil onderwerpen.

Ofschoon men omtrent het aantal praeparaten geen stelligen regel geven kan, zoo raadt KÜHN toch ten minsten 5 praeparaten van 6—8 van die spieren te maken, waarin de Trichine bij

voorkeur zich ophoudt. Als men dat niet ged
hij, en teregt, dat men geenerlei grond heeft
wezigheid der Trichinen eene stellige uitspraa
positief feit toch bewijst meer voor de aanw
groot aantal negatieve resultaten voor de afwez

Bij de waardeering van dat positieve feit ne
ter wederom voor vergissing in acht. In het va
komen soms ligchaampjes voor, kalkaardige c
aan Trichinen doen denken, maar zoogenaam
Mischersche ligchaampjes zijn, die door som
cryptogaam, en wel Cynchitrium Mischerianum
den. Of deze wel nadeelig voor het organisme
of van den mensch kunnen zijn, is tot nog
maakt.

Hebben wij dan nu gezien waar de Trichi
voorkomen, en door welke middelen hare aan
toond kan worden, thans blijft ons de vraag
omtrent de voorwerpen, waardoor de Trichine
verspreidt.

Die voorwerpen zijn althans het varkensvle
het spierweefsel van het varken. Tot dus verre
zoek in geen zijner andere weefselen Trichine
gebragt, en de mensch heeft zich tot dus v
anderen weg dan door het eten van Trichine
kensvleesch de Trichinose op den hals gehaald.
Trichineus kalfs- en rund-vleesch zijn voor s
noeg bevestigd.

De gevolgtrekking ligt dus voor de hand,
kensvleesch in de eerste plaats in staat moet
nenziekte voort te planten, en daaruit moet gel
volgen: of er geene middelen bestaan, om do
het varkensvleesch het gevaar der Trichinose a

Om een afdoend antwoord op deze vraag te
men met koken, braden, zouten, rooken, enz.
men. Een jong varken werd met Trichineus vle
1 uur en 39 min. gekookt was. Na de slagtin
spiertrichinen, alhoewel in geringe hoeveelheid.
varken kreeg Trichinen-houdend vleesch, dat i

gekookt was. In 270 praeparaten daarvan gemaakt vond men slechts ééne Trichine. Zoogenaamde Fleischklösse (een soort van gehakt) werden op de gewone wijze 18 min. gebraden. Bij het doorsnijden vertoonden zij binnen in slechts eene flaauwe roodachtige tint. Aan eén jong varken werd hiervan te vreten gegeven, en dit vertoonde later in 270 praeparaten 224 Trichinen. Trichineuse carbonaden werden 15 min. lang gebraden; op geenerlei wijze kon men er Trichinen in ontdekken, niettegenstaande 270 praeparaten daarvan onderzocht werden. Van een vóórhammetje, 1 uur en 32 min. lang gebraden, hetwelk bij het doorsnijden van binnen nog rood was en bloedsporen vertoonde, werd aan een varken te vreten gegeven, bij hetwelk men na den dood in 270 praeparaten 14 Trichinen vond. In evenveel praeparaten van een ander varken, dat van het andere vóórhammetje genoten had, maar hetwelk 2 uren 30 min. lang gebraden was, zoodat alle sporen van bloedige roodheid verdwenen waren, vond men in 270 praeparaten geene enkele Trichine. Na voedering met eene Trichinen-houdende bloedworst vond KÜHN in 270 praeparaten slechts ééne Trichine. In hetzelfde aantal praeparaten van gerookte vleeschworst, zwoertworst, pekelvleesch, en van een ham die 10 dagen lang, en van een andere ham die 22 dagen lang gerookt was, kreeg hij hetzelfde negatieve resultaat.

De toestand der Trichinen, zooals zij in de praeparaten van gekookt of op andere wijze bereid vleesch gevonden worden, levert geenerlei zekeren maatstaf voor de mate van hare schadelijkheid. Wel schijnt het uit de proeven van KÜHN en anderen te blijken, dat darmtrichinen, evenals de jonge spiertrichinen, wier geslachtsleven nog niet ontwikkeld is, geheel in de maag gedigereerd kunnen worden; maar hieruit zou nog geenszins afgeleid mogen worden, dat niet alle Trichinen-houdend vleesch volstrekt te ontraden zij. De proeven van FIEDLER, HAUBNER, LEISERING, KÜCHENMEISTER en anderen toch hebben bewezen, dat de levenstaaiheid der Trichinen verbazend groot is, zoodat zij alleen door eene temperatuur van 65° C. gedood kunnen worden (RUPPRECHT houdt zelfs 75° voor noodzakelijk), voorts door pekelen gedurende verscheidene weken, of door heete rooking gedurende verscheidene dagen (de proeven aan

de artsenijschool te Dresden genomen, toonde
king van worst gedurende 24 uren in staat w
te dooden). Zijn zij niet volkomen gedood, dan
zekerheid dat zij zich niet in het organisme
voortplanten, en heeft de Trichine zich eens
ontwikkeld, en is zij in zijne spieren doorgedro
de kunst tot nog toe geen zeker middel gevon
dooden, den loop der Trichinose te stuiten en
gevolgen te voorkomen of weg te nemen; alhoe
met acid. picronitricum en vooral met benzin e
len genomen wel verdienen voortgezet te worde

Het zekerste middel om zich tegen de Trich
ren, zou zeker in de algeheele afschaffing van
varkensvleesch gelegen zijn. Doch een ieder ge
gen onmogelijkheid van zulk een radicalen maa
de oeconomische gevolgen niet te berekenen zou
heeft derhalve naar andere middelen van voorzo
onder anderen voorgesteld, de varkens bij hunnen
quarantaine te onderwerpen. Daar echter de ti
paald is, waarin de Trichinose zich bij het vark
kelen, daar voorts de karakteristieke teekenen
zigheid van Trichinose en Trichinen niet duide
derscheiden kunnen worden, ja, daar zelfs de ge
vetwording er niet altijd door belemmerd wor
ook deze maatregel, behalve dat hij tot groot o
handel zou strekken, niet voldoende te zijn e
passing gebragt te moeten worden.

Virchow en anderen hebben daarom op de v
als op het meest afdoende middel gewezen. Di
wing zou óf imperatief, door de Regering gebod
zooals zij te Maagdeburg, Brunswijk, Calbe,
ingevoerd, óf zij zou eene vrijwillige, door de
georganiseerde, kunnen zijn.

Bij de eerste zou noch door den vleeschhou
iemand anders varkensvleesch verkocht mogen
versch of in bereiden toestand, tenzij het van he
bevoegde autoriteit voorzien was.

Doch ook deze maatregel lijdt aan onoverkom

die door Prof. WEDL te Weenen met klem en nadruk in de vergadering der Geneeskundigen aldaar ontwikkeld zijn. In de eerste plaats toch zou hij verbazend veel tijd en geld kosten. Wel is waar beweert VIRCHOW, dat men zich in 10 min. tijds van de aanwezigheid van Trichinen door het microscoop zou kunnen vergewissen. Dat moge waar zijn, als de Trichinen in grooten getale aanwezig zijn, zoodat men ze bijna in elk praeparaat, genomen uit een der aangewezen spieren, vinden kan. Is dat niet het geval, en moet men soms verscheidene praeparaten van elke spier maken, dan zal dat onderzoek ook natuurlijk vrij wat meer tijd vereischen. Men bedenke daarenboven dat spontaan Trichineus geworden varkens alligt minder Trichinen zullen bevatten dan kunstmatig en opzettelijk getrichiniseerde en gehypertrichiniseerde, en dat men dus, om zekerheid te erlangen en niet te spoedig uit eenige negatieve proeven een besluit te trekken, verscheidene praeparaten zal moeten maken. Om de waarheid van dat bezwaar te beseffen, verneme men wat KÜHN ons daaromtrent leert. In het eenige spontaan trichineuse varken, dat hem tot onderzoek gegeven was, vond hij slechts in 5 praeparaatjes van de 15, die hij uit het middenrif gemaakt had, Trichinen, terwijl zij in de 10 andere niet te ontdekken waren. Van de 15 praeparaten uit de tusschenribbige spieren waren er slechts twee (en wel het 12e en 15e praeparaat) waarin hij ééne enkele Trichine kon vinden. De 13 overige waren er geheel vrij van. In 15 praeparaten van de buigspieren van den voorpoot werden slechts 4 Trichinen-houdend gevonden. Elk daarvan bevatte slechts 1 of 2 Trichinen. Van de 45 praeparaten leverden dus 11 Trichinen op en in 34 werden zij niet gevonden. Bij het onderzoek van de strekspieren van den achterpoot leverde het onderzoek aan KÜHN eerst in het 39ste praeparaat ééne Trichine, in het 40ste en 41ste waren er geene, in het 42ste ééne, in het 43ste twee, in het 44ste drie, in het 45ste ééne.

Men ziet hieruit 1°. dat er voor zulke nasporingen soms wel een of zelfs meer uren gevorderd worden en 2°. dat men vrij wat negatieve resultaten kan verkregen hebben, zonder het regt te hebben tot de Trichineloosheid van het varken te besluiten.

Mogt dan ook al in kleinere plaatsen de vl
uitvoerbaar zijn en nuttig werken, als zij tro
gelegd en niet door den sluikhandel en op an
doken wordt, voor grooter steden en voor het
zij ten eenenmale onuitvoerbaar. Voor het laatste
controle niet vol te houden, als men bedenkt d
wer niet alleen geen aangebragt en hoe dan o
kensvleesch zou mogen gebruiken, dat niet me
waarmerk voorzien was, maar zelfs geen vark
slagten en eten, zonder dat het vleesch eerst gek
neemt men voor de groote steden het zeer groot
in aanmerking, dat aldaar jaarlijks geslagt en
wordt, dan zal men de onuitvoerbaarheid van
eveneens moeten erkennen. Hoe groot het getal
voor de consumptie in onze grootere steden gesl
ons niet met zekerheid bekend, doch wij kunne
van hetgeen KÜHN tot grondslag zijner berekeni
men, namelijk dat te Berlijn en te Weenen, he
hem, meer dan 100000 jaarlijks bedraagt. Reke
van elk varken 6 of 8 spieren, en van elke s
raten onderzocht werden, hetgeen bij de betrekke
heid van Trichineus vleesch wel noodig zal zijn
dus jaarlijks 3 à 4 millioen praeparaten te onder
hetgeen per dag van 8—10,000 praeparaten
Meer dan 60 individu's zouden zich dagelijks 8
onderzoek moeten bezighouden, indien men aann
20 praeparaten in het uur konden maken e
Voor Amsterdam, alwaar, volgens ingewonnen ber
21000 varkens jaarlijks geslagt worden, zouden
geveer 23000 praeparaten gemaakt moeten wo
zich dus op bovenstaande wijze 14 individu's
bezighouden. Op zich zelf is dat reeds onuitvoer
het nog meer, als men de verbazende kosten be
onderzoek na zich zou slepen, en als men bedenkt
schouwing zich niet alleen tot het versch gesla
mogen bepalen, maar zich ook over het van eld
varkensvleesch, de hammen, worst enz. zou b
strekken, waardoor de werkzaamheden van de vl

ıog omvangrijker en onuitvoerbaarder zouden worden. En toch, ;eschiedt de vleeschschouwing niet met de vereischte naauweurigheid, dan kan zij niet goed zijn en onmogelijk genoegame waarborgen voor de gezondheid opleveren. En doet zij dat iet, dan misleidt zij het publiek, dat zich door die gewaande ekerheid ligtelijk zou laten verlokken de andere maatregelen an voorzorg niet te nemen, die in de deugdelijke bereiding an het vleesch gelegen zijn.

Wanneer dan nu op bovenstaande gronden de vleeschschouring op last der Regering niet wel aanbevolen kan worden, lijft er voor haar niet anders te doen over, dan:

1°. Zoodanige maatregelen te nemen, waardoor de vrijwillige vleeschschouwing bevorderd kan worden, en

2°. het publiek behoorlijk voor te lichten, omtrent hetgeen het doen en laten moet ten einde

a zoowel van de varkens, als

b van de menschen de Trichinose verwijderd te houden.

Wat N°. 1 betreft, gaarne verklaart uwe Commissie met den handel in varkens niet genoegzaam bekend te zijn, om stellig te beslissen, in de eerste plaats, of de bepaling door Dr. ROLL voorgesteld in aanmerking zou kunnen komen: dat elke verkooper van een varken gedurende eenigen tijd, b. v. 14 dagen, voor de Trichinenloosheid moet instaan. Waar dan eenige twijfel bestaat, zoude men zich door harpoeneering en microscopisch onderzoek eenige meerdere zekerheid kunnen verschaffen.

In de tweede plaats zoude de regering het verkoopen van geconstateerd Trichineus vleesch door eene zware geldboete kunnen straffen en op die wijze de verkoopers van varkensvleesch zijdelings kunnen nopen tot behoorlijk microscopisch onderzoek, ten einde zij aan hunne bevreesde kalanten de noodige geruststelling kunnen geven, terwijl de met voorbedachten rade geschiede verkoop van Trichineus vleesch, d. i. van zulk vleesch, waarvan de verkooper zelf wist dat het Trichinen bevatte, nog strenger gestraft zou behooren te worden.

Ten einde dit laatste te voorkomen zou het voorschrift streng gehandhaafd moeten worden, dat alle Trichineus bevonden varkensvleesch diep begraven of nog liever verbrand moet worden.

Mogten wij ook al daar zoo even de bezwaren tegen eene

door de Regering bevolene vleeschschouwing als
geacht hebben, dat wij geene vrijheid vonden
gemeen, en vooral met het oog op de grootere st
aan te bevelen, toch zoude welligt hetzelfde do
reikt kunnen worden, indien namelijk, zooals
op sommige plaatsen geschiedt, wekelijks in
geannonceerd werd, wélke varkensslagers en verk
en ander varkensvleesch hunne waar geregeld la
keuring zou dan door als zoodanig beëedigde pe
van de verkoopers kunnen geschieden. Al h
keurde vleesch zou met hun waarmerk voorzien
Op die wijze zouden de verbruikers meerdere z
erlangen, dat zij geen Trichineus vleesch te eten
den de verkoopers zijdelings genoopt worden, h
behoorlijk te doen onderzoeken.

Onder de voorzorgmaatregelen, die de Rege
kunnen nemen, verdient de waarschuwing aan
ders bij wijze van publicatie te geven, om de
voor de varkens in acht te nemen en bij de v
doenlijk toe te zien, dat zij geene levende
noch krengen van andere dieren, geene uitwerp
nen vreten, terwijl eindelijk, met het oog op de
Regeringswege voor het gebruik van Trichineus
schuwd en het publiek aangemaand behoort te
ver geen of althans geen ander raauw varkensv
gen, dan hetwelk behoorlijk microscopisch on
van Trichinen bevonden is en het andere zóó
brading bij eene temperatuur van ruim 65 tot
heete rooking, gedurende eenige dagen toe
alle bloedige roodheid verdwenen is, en de eve
zóó zeker gedood zijn dat elke vrees voor inf
Trichinose *noodeloos wordt.*

Amsterdam, 20 April 1866.

G. E. V. SCH
A. W. M. VA
P. HARTING.

DE PIPERACEIS NOVAE HOLLANDIAE.

SCRIPSIT

F. A. G. MIQUEL.

Quum elapsis 25. annis Piperacearum ordinem pertractare inceperim, non solum specierum cognitionem magis accuratam sed id etiam tentavi ut numerosissimas species easque inter se perquam discrepantes in genera certa characteribus essentialibus definita et habitu confirmata colligerem atque genera ipsa per tribus et subtribus naturaliter disponerem. Idem eodem tempore felicissimo cum successu moliebatur b. KUNTH; et ad easdem propemodum conclusiones nos ambo pervenisse, equidem haud mirandum, quum vasti ordinis sectiones et greges a natura luculenter indicatae sint. — In ædificio ita exstructo, labente tempore, detectis speciebus numerosis structurae variationes antea incognitas proferentibus, multa mutanda et corrigenda fuisse, facile intelligitur. Plura ipse iam mutavi, v. c. quum species brasilienses aliasve describerem, sed plura adhuc mutanda esse, tam in generum quorundam quam in specierum definitione, adeo mihi persuasum erat, ut quum cl. A. DECANDOLLE me rogaret ut hunc Ordinem in Prodromo suo describerem, putanti nil mutandum et tantummodo species post editum meum systema descriptas suo loco inserendas esse, responsum dedi, adeo multa esse expolienda et mutanda, ut eius votis satisfacere non possem quum otium mihi deesset. — Haec autem haud ita intelligas, novum omnino systema fuisse exstruendum; totius enim huius ordinis divisio in Peperomieas et Pipereas immutata stabat, non solum organis fructificationis sed etiam axium foliiferorum characteribus perdistinctas. Genera quaedam ad *Peperomiam* R. P. tantum reduxeram, tanquam subgenera, novumque genus Piperearum, *Nematantheram*, proposue-

ram, antherarum fabrica ab omnibus prorsus
quae in aliis systematis partibus mutanda n
haud statim mutavi, nec ideo cel. GRISEBACH se
KUNTHII genus *Schilleria*, a me cum *Artanthe*
Flora Ind. occ. restituit Si enim in illius struct
ferentiam genericam agnoscamus, ipsius *Artanthe*
tiones genera etiam exhiberent. Hanc viam haud
sum, quum complures species quoad florum et
turam non satis cognitae sint.

Quum Systema ederem, Piperaceae Novae Ho
incognitae erant. Nostro tempore cel. F. MUELLE
itineribus plures innotuere, quae mihi ut descr
sunt. Antequam autem id faciam, exponere fas
sertim in generibus Piperearum veteris orbis, in
antea incognitas et peculiaribus notis insignes p
tare velim. Observavi enim 1°. characteres a bra
derivatos inter se transire, a *Piperis* bracteis de
ad *Cubebae* centrifixas, ab his ad *Chavicae* peltat
tricas ad *Rhycholepidis* asymmetricas; 2°. discrim
ras inter et in syncarpium coalitas haud satis
vidi in *P. muricato* easdem stipitatas et sessi
Cubebae character evanuit. — In reliquis generi
KUNTHIO et me propositis nil mutandum esse
Zippelia, a viris cel. R. BROWN et BENNET sagac
genus sistit admodum singulare. *Pothomorphe*
Heckeria) habitu valde insignis, axium vegetatio
ficationis evolutione diversa, sexu hermaphrodit
dispositione, ovarii forma constante, antheris c
genus, a KUNTHIO optime descriptum. *Macropipe*
observationibus recentioribus ultro confirmavi. P
cyathis emergentes *Muldera* staminum numero et
tinguitur. Inter americanas *Enckea* KUNTH, *Ottonia*
non solum KUNTH sed etiam GUILLEMIN et GAUDI
illustraverunt, genera naturalia sistunt. Alteram
nem, a b. PRESL iure forsan pro genere sumta
in Flora bras. cum ea coniunxi. — Ut breviter me e
conspectum generum novum, qualem similem olim
p. 45 (conf. ENDLICHER, qui systema meum recep

[V), quo mutationes quae mihi necessariae visae sunt, facile perspiciantur.

GENERA PIPERACEARUM.

Tribus I. *Peperomieae* MIQ. Herbae vel suffruticuli. Amenta axillaria terminalia vel paniculata. Flores hermaphroditi. Bracteae peltatae. Stamina 2, dextrum et sinistrum, antheris bilocularibus, loculis haud subdivisis, utplurimum perpendicularibus. Stigma simplex raro compositum. Axium vegetatio continua.

A. Stigma simplex; amenta cylindracea. I. *Peperomia* R. P.

1. Ovarium et baccae sessiles, axi haud immersae, stigma terminale. — Herbae caulescentes. Subgenus 1. *Micropiper* (et *Erasmia*).
2. Ovarium apice attenuatum; acaules, tuberosae. Subgenus 2. *Tildenia*.
3. Ovarium sessile, bacca stipitata; stigma terminale. Herbae repentes. Subgenus 3. *Acrocarpidium*.
4. Flores densi; ovarium rhachi partim immersum obliquum hinc in rostrum quasi productum, infra apicem in fovea antica minute stigmatiferum. Subgenus 4. *Rhynchophorum*.

B. Amenti rhachis complanata e crenis florifera; stigma simplex. II. *Phyllobryon* MIQ.

C. Stigmata 4. Flores hermaphroditi et reliqua Peperomiae. III. *Verhuellia* MIQ.

Tribus II. *Pipereae* MIQ. Frutices vel arbores, alternifoliae. Amenta oppositifolia, solitaria aut spurie axillaria conferta. Flores diclines vel hermaphroditi. Stamina 2 lateralia, aut plura circa ovarium disposita, libera vel ei basi adnata, raro ovario antice adposita. Antherae biloculares sed loculis septo incompleto subdivisis spurie quadrilocellatae, loculis deorsum divergentibus, rima longitudinali dehiscentibus. Stigmata plura passim stylo suffulta. — Vegetatio ad nodos interrupta, nunc ubique nunc partim, praesertim in regione amentifera, vel tantum in axibus aphyllis (pedunculis in subtribu I).

Subtribus I. *Pipereae spuriae* MIQ. Petioli basi stipulaceo-vaginantes. Amenta in ramulis lateralibus vel terminalibus vegetatione interrupta evoluta. — Axes foliiferi plerumque continui.

1. Flores normaliter hermaphroditi, caet. IV. *Pothomorphe* MIQ.

2. Flores vel masculi in amentis deciduis vel primum masculi post staminum lapsum ovaria foecunda in amento diutius persistente efformantes. Amenta saepe gemina, altero ex axi lateraliter devio, altero ex axi terminali. V. *Macropiper* MIQ.

Subtribus II. *Pipereae verae* MIQ. Amenta oppositifolia solitaria. Vegetatio axium interrupta, internodii phyllo abortivo stipulam oppositifoliam saepe diutius persistentem mentiente.

Cohors I. *Piperinae* MIQ. Flores sessiles.

A. *Plerumque dioici*. Gerontogaeae.

1. dioici, polyandri, bracteis connatis e cyatho exserto egressi. VI. *Muldera* MIQ.

2. plerumque dioici, perraro simul hermaphroditi, bracteis sessilibus vel peltato-pedicellatis. Stylus nullus vel perspicuus. Stamina saepe 2, rarius 3. VII. *Piper* MIQ. *)

Subgenus 1. *Chavica* MIQ. Dioicae. Flores densissimi; stylus nullus; baccae maturae in syncarpium magis minusve coalitae.

Subgenus 2. *Rhyncholepis* MIQ. uti superior sed stylus manifestus, bractearum peltae sursum acuminatae.

Subgenus 3. *Cubeba* MIQ. Dioicae. Stylus nullus; bracteae peltato-sessiles; baccae stipitatae.

Subgenus 4. *Eupiper* MIQ. (*Piper* olim.) Bracteae peltatae vel centrifixae vel elongatae decurrenti-adnatae. Flores dioici vel raro hermaphroditi. Baccae globosae liberae sessiles.

B. *Flores hermaphroditi*. Novi Orbis et unum africanum.

*) Specierum nomina hic haud addidi, quum in *Systemate Pip.*, in HOOKERI *diario Londinensi*, SCHLECHTENDALII *Linnaea*, in MARTII *Flora brasiliensi*, in SEEMANNI *Itinerario Herald* caet. reperiantur, pleraque in voluminibus Walpersianis repetita.

1. bracteae pedicellato-peltatae. Stamina 2—3, in verticillo incompleto. Stylus, stigmatibus 2 elongatis. Baccae globosae. Folia digitinervia. VIII. *Coccobryon* KL.
2. bracteae pedicellato-peltatae. Stamina 5 in verticillo completo, filamentis persistentibus; connectivum infra loculos productum; ovarium pentagonum in stylum excurrens. Folia digitinervia. IX. *Callianira* MIQ.
3. bracteae conchaeformes; stamina 5—6 raro 7 in verticillo completo, filamentis persistentibus baccae basi adhaerentibus; stylus nullus vel brevissimus. Semen 3—5-quetrum. Folia digitinervia. X. *Enckea* KUNTH.
4. bracteae peltatae vel cucullatae; stamina 2—5 in verticillo incompleto vel raro completo, ad latus ovarii inferius saepe deficientia, mox et in superiore. Ovaria et baccae densae vario modo tri- tetragonae; semina conformia. Stylus saepius nullus. Stigmata plerumque 3—4. XI. *Artanthe* MIQ.

   a. stylus nullus; folia penni- vel digitinervia. Subgenus 1. *Euartanthe* MIQ. — Species numerosissimae in Syst. Pip. et in Fl. brasil. in sectiones collectae.

   b. bracteae peltatae; stylus stigmatibus vulgo 3; folia penninervia. Subgen. 2. *Peltobryon* KL. (genus).

   c. amenta globosa; stigmata 2 sessilia. Subgenus 3. *Sphaerostachys* MIQ. (genus).
5. bracteae conchiformi-peltatae; stamina 2 lateralia, antheris deciduis lineari-elongatis, connectivo supra loculos parallelos producto. Baccae subglobosae. XII. *Nematanthera* MIQ.

Cohors II. *Zippelinae* MIQ. Flores pedicellati vel rarius sessiles.

1. Bracteae pedicellato-cucullatae. Stamina 4 in verticillo completo ovarii angulis opposita. Stigmata 4. Baccae tetragonae vel tetraquetrae. XIII. *Ottonia* SPR. (Serronia GUILL. et GAUDICH.).

   Subgenus 1. *Euottonia* MIQ. flores pedicellati.

   Subgenus 2. *Carpunya* PRESL. (genus) flores sessiles.

2. Flores pedicellati laxi; bracteae pedic
Stamina 6 in verticillo completo, fi
brevibus cum ovario connatis, antheri
mata 4. Baccae et semina subglobos
lia BL.

SPECIES NOVAE HOLLANDI

In insulis Oceani meridionalis, in Nova Zeel
sula Norfolk hactenus circiter 14 species *Peper*
piperis, atque in ins. Five *Piperis* species, fort
Cubeba, detectae sunt. E Nova Hollandia conti
1843, quo *Systema Piperacearum* edidi, nulla
innotuerat. Deinceps autem in Herbario Hooker
vidi, a b. ALLAN CUNNUNGHAM in huius continentis
occidentali, in tractu Campden-plains, sub 30°
detectam, quae adeo leviter a *P. leptostachya* H
ins. Oahu crescente, diversa videbatur, ut varie
descripserim (*London Journ. of Bot.* 1845, *p.*
speciem e *Piperis* sectione *Cubeba*, a IOSEPHO
tectam, in Museo britannico reperi, tertiamque i
dobonensi, a viro nob. DE HUEGEL collectam, off
vicae Huegelianae titulo descripsi in *Linnaea*
nunc *Piper* (Chavica) *Huegelianum* dicenda. —
in hoc continente Piperaceas esse, itinera recen
ribus instituta, docuerunt. Inprimis autem hoc
regionibus borealibus, praesertim quae versus
ubi indefessus FERD. MUELLER nuper tres specie
nevole mecum communicavit: *Peperomiam reflex*
chyae varietatem, et novam *Piperis* speciem e se
insuper literis monuit, etiam *Pothomorphen sub*
regionibus nuper detectam esse.

1. *Peperomia leptostachya* HOOK. et ARN. ad
p. 96. MIQ. *Syst. p.* 138. *Lond. Iourn. of Bot*
Varietas laxiflora, foliis oppositis, diversiform
nerviis, aliis maioribus e basi cuneatâ elliptico-

vel obtusulis, aliis multo minoribus ovalibus vel obovatis apice rotundatis; amentis distantifloris.

A specie genuina differt: foliis maioribus magis rhombeis, amentis longioribus, floribus perquam distantibus. Pili diversas partes investientes firmuli, pluriseptati, albi, septis fuscis, qui secus foliorum margines obvii leviter arcuati. — Herba caeterum erecta succulenta ramosa, ramulis petiolisque subpatule hirtello-pubescentibus. *Folia* omnia opposita, *petiolis* 1—4 lin. longis canaliculatis suffulta, siccata pellucida, saepe trinervia, nervis imis brevibus accessoriis sub-5-nervia, lateralibus superioribus usque prope apicem perductis, iuniora utrinque villosule pubescentia et ciliata, adulta glabriora, nec tamen glabrata, a forma maiore rhombeo-elliptica ad obovatam minorem transeuntia, pilis subtus in nervis et secus margines diutius persistentibus, pellucido-punctata, subtus pallidiora, $2\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ poll. longa. *Pedunculi* 4—6 lin. longi tenues puberi. *Amenta* gracillima recta, 2—3 poll. longa, *floribus* sub anthesi iam valde dissitis, axi glaberrimo. *Bracteae* basi et apice recurvulae. *Stamina* exilia. *Ovarium* ovoideum, stigmate terminali. *Baccae* immaturae ovoideae.

Nascitur in *Nova Hollandia orientali*, in regione fluminis Pine river, m. Iulio: F. MUELLER. — An haec eadem quam cl. J. DALTON HOOKER (*On the Flora of Australia p.* XLVII) cum dubio tanquam „P. diudygulensem" habet, diiudicare nequeo.

2. *Peperomia reflexa* A. DIETR.; MIQ. *Syst. p.* 173, *varietas Forsteriana*, *l. c.*

In *Nova Hollandia orientali*, in regione fl. Hastings et sinus maris Moreton: F. MUELLER *).

---

*) Adiungam hoc loco eiusdem sectionis speciem mexicanam: *Peperomia Lindeniana* MIQ. *n. sp.* Herbacea, glabra, caule repente, ramis erectis ramulosis angulatis; folia densa brevipetiolata saepe quaterna obovato-rotundata vel rotundata, basi acutiuscula vel obtusa, apice emarginata, carnosa, subtus glandulose punctata, marginata, trinervia, nervis lateralibus venaque utrinque ad medium circiter orta obtectis; amenta terminalia longiuscule pedunculata, praeter basin densiflora; bracteae peltatae carnosae superiores basi retusae; stamina brevia; ovarium subimmersum; baccae partim immersae ovoideae subacutae apice glandulosae. — *P. eduli* affinis, sed minor, statura *P. Deppeanae* et *P. Sellowianae* proxima. *Folia* glabra, apice emarginata vel retusa, margine extenuato cincta, $1\frac{1}{2}$- vix 2 lin. longa, luci obversa venis et glandulis pellucidis notata. *Amenta* terminalia solitaria, inno-

3. *Piper* (*Cubeba*) *Novae Hollandiae* MIQ. *n. sp.* Scandens radicans glabrum; folia inferiora cordato-ovata aequilatera 7-sub-7-pli-nervia, superiora e basi leviter inaequali-cordata vel oblique rotundata ovata vel ovato-elliptica breviter acute acuminata vel obtuso-attenuata, 5—7-plinervia, nervis lateralibus supremis haud procul a basi liberis infra apicem evanidis; amenta masc. et fem. longiuscule pedunculata; bracteae suborbiculares, masc pedicellatae basi subtus hirtellae; stamina exserta; stigmata 2 (an et 3?) parva acuta; baccae ovatae stipite breviores vel aequilongae.

Specimina supp. tribus diversis stationibus collecta. *Rami ramulique* nodosi, in siccis angulati striulati, e nodis dense breviterque radicantes. *Speciminis sterilis folium* suppetit petiolo 1½ pollicari instructum, ovato-cordatum modice acuminatum, sinu baseos parum aperto, 4 poll. longum, 3 latum, nervis omnibus e basi fere liberis sub-7-nervium, imis teneris, supremis longioribus, omnibus praesertim extrorsum ramosis, medio maxime infra apicem venoso. *Speciminum florentium folia* pleraque minora, basi inaequalia, ovata vel subovalia. leviter inaequilatera, compage et nervatione omnino conformia, pauca etiam cordato-ovata sed basi inaequalia. *Speciminis masc. folia* petiolis 1—¼ poll. longis suffulta, inferiora ovata, superiora pedetentim minora et potius elliptica, illa basi leviter inaequali subcordata vel oblique rotundata, summa basi fere acuta, alia aequilatera alia parumper obliqua, pleraque acute subacuminata vel saltem acuta, 7- vel 5-plinervia, nervis lateralibus *illorum* a basi secundis, *horum* imis extrorsum praesertim ramosis, supremis ad ½—⅔ a basi liberis infra apicem in rete venosum deliquescentibus, 4½ - 3 poll. longa, 2½—1¼ lata, siccata chartacea, pellucido-punctata, glabra, subtus pallidiora. *Pedunculi* 4—6 lin. longi; *amenta* pollicaria recta, 1¼ lin crassa, *bracteis* pedicellato-peltatis basi axique amenti hirtellis. *Stamina* breviter exserta, *filamentis* crassiusculis, *antheris* parvis ovato-ellipticis. *Specimi-*

---

vatione quasi axillaria, *pedunculo* semipollicari glabro suffulta, ¾ poll. longa. *Ovarium* infra apicem glandulosum exili fovea stigmatica? munitum. — Nascitur in *Mexico*, ubi in vertice montis Orizaba ad 10,000 p. alt. m. Aug. detexit LINDEN; herb. n. 132.

nis feminei maturioris folia illis satis conformia, inferiora magis lato-ovata basi obliqua, nervis fere e basi ortis tantummodo diversa. *Amentum fem. bacciferum pedunculo* leviter arcuato 1¼ poll. longo suffultum, 2½ poll. longum, rectum. Quantum ex reliquiis videndum, *bracteae* orbiculares subtus hirtellae, subsessiles. *Ovaria* angusta, *stigmatibus* parvis haud crassis albidis subtriangulari-acutis. *Baccae* vix prorsus maturae exsiccatione valde contractae, stipite tenui 1⅔—1 lin. longo suffultae, e basi lato-subtruncata ovoideae subacutae, stigmatum deciduorum cicatrice notatae, laeves nitidae, 1½—1⅔ lin. longae.

Nascitur in *Nova Hollandia boreali-orientali*, prope Keppel-Bay (sp. fem. et sp. masc.), prope Moreton-Bay (sp. masc.), prope Pine-river (sterile): F. MUELLER.

4. ***Piper*** **(*Cubeba*)** ***Banksii*** MIQ. ***mss. in herb. Musei britt.*** Folia (grandia) longiuscule petiolata, e basi rotundata leviter emarginata (an inferiorum etiam cordata?) ovata acuminata 7-plinervia, membranacea, subtus pilosa; amenta fem. pedunculata, pedunculo quam petiolus breviore; baccae ellipsoideae, stipitem aequantes. *Piper pubescens* SOLAND. *mss.*

Habitu fere *P. Cubebae*, indumento *P. canino* accedens et hac nota iam a superiore distinctum. *Folia* spathamam usque digitum longa, a SOLANDRO in adnot. cordato- 7-nervia dicta, in speciminibus examinatis 7-plinervia, nervis paullo supra basin liberis. *Amenta* baccifera digitum longa.

Nova Hollandia, in Nova-Cambria australi secus flumen Endeavour detexit IOSEPHUS BANKS.

Adnotatio. Macropiperis excelsi, in Horto Academico florentis et fructiferi observatione edoctus hanc speciem, quam ad sicca specimina errore facili *dioicam* statuamus, revera *singulari modo dichogamo-hermaphroditam* esse vidi. Durante hieme amenta nascuntur secus apicem ramulorum geminata, quae primum mere mascula, absque ullo ovarii vestigio, alterum floratione masc. finita femineum. En eius descriptionem:

Rami ramulique cylindrici, nodis tumidis, virides vel praesertim versus nodos purpurascenti-fusci. *Petioli* 1—2 poll. longi, usque ad ⅓ long. quasi stipula axillari adnata firma pallida

marginibus revoluta vaginantes rubello-fusculi antice sulcati. *Folia* e basi cordata subcordata vel saltem rotundata ovato-rotundata vulgo brevi-obtusiuscule subacuminata, subcoriacea, supra saturate viridia, nervis prominulis, ad petioli insertionem et subtus pallida, 7-nervia, nervis venisque prominentibus, venularum reticulo punctulisque pellucidis, $3\frac{1}{2}$—2 poll. circiter longa. *Amenta* in singuli ramuli apice duo, inaequilonga, florentia $2\frac{1}{2}$—1 poll. longa, recta, cylindrica, calamum scriptorium circiter crassa, axi glabro dilute viridi, *pedunculis* 2—4 lin. longis sursum incrassatis suffulta, superius ex axeos apice folio supremo oppositum, vulgò longius, alterum ramulum uninodem ex axilla folii demissioris ortum apice unifolium terminans, folio terminali oppositum, · pedunculo ex opposito folii latere itaque extrorsum ad basin 2 *squamis* brevibus carnosis, prophyllis s. foliis abortivis, munito; hac in re autem illa etiam mutatio obtinet ut ramulus unifolius amentifer aphyllus sit et loco folii squamula tantum adsit, ita ut ramulus cum pedunculo unum quasi paullo longiorem pedunculum medio articulatum et unibracteatum exhibeat. Adeoque amenta equidem typice oppositifolia statuenda sunt, specie tantummodo terminalia. *Bracteae* in amentis iunioribus densae, in florentibus vero distantiores, axi nudato, peltatae, stipite brevi crassulo sursum incrassato succulento glaberrimo quasi turbinato, pelta ipsa plana orbiculari tenera marginibus suberosula, vertice cellulis quibusdam prominulis ad lentem papillosa, dilutissime viridula. *Staminum* ratio et numerus quoad bracteas aegre definiendus, subirregularis. *Stamina* enim vix certo numero, ternario v. c. vel binario bracteis singulis adproximata, sed subaequidistantia, singula a bracteis remota, per series oblique spirales ordinata. *Tria* tamen *stamina*, unum verticaliter bracteae superpositum, et unum utrinque ad latus illo paullo demissius insertum statuenda videntur, flos itaque triander. *Filamenta* brevissima vix ulla; *antherae* inapertae pallidae, biloculares, loculis semiellipsoideis utrinque obtusis bilocellatis, sulco longitudinali aperiundo notatis, hinc antherae adspectu quadriloculares; rimae in lateralibus staminibus magis minusve laterales, in superiore cum his decussantes deprehenduntur. *Antherae* eiecto polline contractae et nigrescen-

tes. *Pollen* albidum. *Ovarii* nunc nullum vestigium nisi hic illic inter stamina papilla ex axi excrescens. Geminatorum amentorum id quod paullo longius polline eiecto cadit, alterum quod quidquam brevius, persistit, eiusque axis paullo intumescit, atque quum stamina iam plane effoeta emarcida facta sunt inter singula 3 vel 2 filamenta papilla ad instar *ovarium* efformari incipit, quod mensis circiter spatio sub forma ovoidea excrescit, glabrum, laeve, nitidum; sub evolutione magis obovoidea mutuaque pressione vario modo subangulata, parte ima inter se coalescentia, bracteis iis brevioribus interiectis praeter peltam etiam adhaerentibus. *Filamentorum residua* raro hic illic visibilia. *Stigmata* 4 rarius 3 brevissima ellipsoidea subunita. *Maturae baccae* pulposae aurantiacae basibus in syncarpium subconnatis. *Semen* subellipsoideum, sublenticulare, laeve, albumine duro-farinaceo.

Observ. Guillemin in *M. latifolio* iam flores hermaphroditos statuit, quae sententia, a me erronea credita, nunc itaque confirmatur. An in reliquis speciebus eadem sexus evolutio dichogamica obtineat, e siccis speciminibus eruere haud potui. Moneo tantum M. latifolii specimen masc. in ins. Marianis a Gaudichaud lectum et in *Syst. p.* 219, 220 descriptum et in *Illustr. tab* 27, *sub fig.* A. delineatum, propriam probabiliter speciem exhibere.

Adnot. His iampridem conscriptis, a cl. *C. Decandolle* cui Prodromi auctor Piperaceas describendas mandavit, dissertionem accepi cui titulus „Mémoire sur la fam. des Pipéracées," in qua generalia de anatome et organographia scienter pertractantur. Quam autem de organo foliaceo, quod Kunthium secutus, in diagnosibus brevitatis causa stipulam oppositifoliam dixi, mihi tribuit sententiam, recusare debeo: „La véritable nature (ait) de ce prophylle me paraît avoir été méconnue par Mr. M., qui en fait une stipule opposée à la feuille." — „Cependant un examen plus approfondi conduit nécessairement à une autre manière de voir." — „On va voir néanmoins la raison sans réplique, qui me force à le regarder comme une feuille réduite à

son limbe." — Ego dixi ante 25 annos in *Proleg. p.* 18: natura huius organi morphologica optime mihi intelligi videtur, si ad insertionem respicias. Folio scil. internodii infra positi fere opposita sed paullo altius tamen inserta et ramulum quo vegetatio, suppressa terminali evolutione, continuatur includens, nihil aliud mihi esse videtur ac *folium rudimentarium* axeos terminalis suppressi." Huius organi ratio ad internodium in Pipereis autem haud eadem ac in Peperomieis; axium enim evolutio in utraque tribu plane diversa est, nec quam disiunctam vocat auctor omnino eadem quam interruptam dixi. Sed hac de re alio loco. — Pauca quae de *duplici systemate ligneo* axium in Prolegomenis ad librum meum mere systematicum dixi, nostris diebus a cl. SANIO multo melius exposita et perscrutata esse in dissertatione anatomica, gratus agnovi. — *Verhuelliae* floris figuram ab auctore in dubium vocatam, nunc de novo explorare non possum, quum specimen delineatum in *Herbario Lessertiano* conservatum sit. Valde autem dubito, in eodem amento flores esse sexu diversos. — Quid sentiam de auctoris consilio, *genera Piperearum omnia* in unum contrahendi, e superioribus facile intelligitur. Generibus in subgenera mutatis ipsius systematis rationes haud mutantur, sed nomina tantum, pro tribu genus statuitur.

OVER DE

VERWANTSCHAP DER FLORA VAN JAPAN

MET

AZIË EN NOORD-AMERIKA.

DOOR

F. A. W. MIQUEL.

De Flora van Japan heeft sedert KAEMPFER en THUNBERG, die het eerste licht daarover verspreidden, steeds en in niet geringe mate de aandacht der Kruidkundigen tot zich getrokken. Reeds het eerste onderzoek had zeer afwijkende vormen doen kennen, afwijkend op zich zelf maar ook in geographisch opzigt, en THUNBERG erkende reeds eene zekere verwantschap der Flora met die van Noord-Amerika. De ontoegankelijkheid des lands vermeerderde tevens den prikkel naar meerder kennis, men dacht bij verder onderzoek nieuwe wonderen te zullen ontdekken. Evenals THUNBERG (in de jaren 1775—1776) onder de bescherming van aanzienlijke Maecenaten, die Amsterdam toen opleverde, Japan had bezocht, werd SIEBOLD, bijna 50 jaren geleden, als officier van gezondheid bij het Indische leger, door onze regering in staat gesteld, dit weinig bekende land nader te onderzoeken. Hij deed dit op breede schaal, de plantenwereld echter werd met bijzondere belangstelling nagegaan, bij het voornemen om vooral nuttige kultuurplanten naar Europa over te brengen. Aanzienlijk is dan ook het aantal van gewassen door hem in onze tuinen ingevoerd en menig plantsoen zien wij thans door japansche boomen en heesters versierd. — Zijn herbarium en niet het minst dat van zijnen reisgenoot Dr. BÜRGER, rijk op zich zelf, verkreeg nog grooter waarde door daaraan toegevoegde verzamelingen van de Japansche Botanisten

ITOO KEISKE, MIZUTANI SUGEROK en anderen, die overal vei-lig ook de binnenlanden en de bergstreken, voor de Flora het meest belangrijk, konden bezoeken. Vóór THUNBERG reeds hadden de Japanezen hunne botanische wetenschap, waarvan het beroemde werk *Kwawi* kan getuigen; de aanraking met THUNBERG had hun begrippen van de Linneaansche methode gegeven en SIEBOLD onderwees hen verder; thans bijv. wordt in Japan zelf eene beschrijving van planten uitgegeven, met afbeeldingen, en volgens het sexuële stelsel van LINNAEUS. — Na SIEBOLD en gedeeltelijk tijdens zijn verblijf aldaar, werden niet onbelangrijke botanische nasporingen in Japan door Nederlandsche reizigers in het werk gesteld, door PIËROT, TEXTOR, MOHNIKE, wier verzamelingen, evenals die van SIEBOLD en BÜRGER, in 's Rijks Herbarium bewaard worden. ZUCCARINI, Hoogleeraar te München, beschreef een gedeelte van SIEBOLD en BÜRGER's herbarium, in de werken *Flora Japonica* en *Familiae naturales Florae Japonicae*, maar zijn dood maakte een einde aan dien nuttigen arbeid. De Hoogl. BLUME beschreef de Cupuliferen, de Oleaceeën en planten van andere orden. Het grootere deel der genoemde verzamelingen bleef echter ononderzocht.

In nieuweren tijd bleek het, dat evenals wij niet meer de eenige bevoorregte natie bij het Japansch Gouvernement waren, wij ook niet meer de eenige rustige bezitters van Japansche planten zouden blijven. De Amerikanen waren na ons de eersten: bij hunne expeditiën onder Commodore PERRY en onder Kapitein JOHN RODGERS, werden door WILLIAMS, MORROW, SMALL en WRIGHT aanzienlijke verzamelingen bijeengebragt, die, zoodra zij ontvangen waren, door Prof ASA GRAY te Cambridge in Noord-Amerika werden beschreven. De Engelschen ontvingen verzamelingen van R. ALCOCK, Britsch Ambassadeur in Japan, van PEMBERTON HODGSON, Consul te Hakodade, van de derwaarts uitgezonden verzamelaars WILFORD en OLDHAM. De Russische Botanist MAXIMOWICZ, die ons vroeger het naburige Amurland en Transbaikalie uit een botanisch oogpunt had doen kennen, bezocht later opzettelijk Japan, en houdt zich, sedert twee jaren teruggekeerd, bezig met het onderzoek zijner, naar het schijnt niet onaanzienlijke verzamelingen.

Onder dien toestand had ik eenen dubbelen prikkel, onze

Japansche botanische schatten in hunnen geheelen omvang te onderzoeken, de afzonderlijke Herbaria tot een geordend geheel te vereenigen. Door ruil ontving 's Rijks Herbarium de meest volledige stellen van doubletten van de Noord-Amerikaansche, Engelsche en Russische verzamelingen, zoodat wij ongetwijfeld thans de rijkste bouwstoffen voor de Japansche Flora bezitten.

Wetenschappelijke vragen van bijzonderen aard hechten zich aan de kennis dezer Flora, die thans reeds, na het onderzoek van zoo veel rijker materiaal, beter beantwoord kunnen worden. — Sir WILLIAM HOOKER heeft, in het bekende werk van HODGSON over Japan, eene lijst der toen bekende Flora gepubliceerd, waarin het cijfer der Phanerogamen, met bijvoeging van een zeventigtal Filices, omstreeks 1700 species bedraagt. Het onderzoek van onze Herbaria deed dit cijfer zeer klimmen; bijv. Labiatae, in genoemde lijst 30, klimmen tot 52, Scrophularineae van 16 tot 38 soorten, enz. — Over het geheel hebben die aanwinsten uitsluitend betrekking tot de kennis dier Flora zelve, want zij bestaan voor een klein gedeelte uit nieuwe geslachten of soorten; voor het grootste deel uit soorten wier voorkomen in Japan tot nu toe niet geconstateerd was, eene uitkomst die voor de plantengeographie en de geschiedenis des plantenrijks belangrijker mag geacht worden dan de aanwinst van onbekende soorten.

ZUCCARINI heeft de verwantschap der Japansche Flora met die van Noord-Amerika nader toegelicht. Hij deed uitkomen dat er niet alleen identische genera en species voorkomen, maar wees ook op eene gelijkvormigheid in de Physionomie. Negundo, Diervilla, Torreya, Pachysandra, Mitchella, Maclura, Liquidambar, en andere genera, vroeger alleen uit Amerika bekend, groeijen ook in Japan, en hij erkende tevens het zonderlinge feit dat die verwantschap vooral betrekking heeft op het oostelijk gedeelte van Noord-Amerika. Bij dit alles zag hij echter niet voorbij dat de Japansche Flora in nog nader verband staat met het vaste land van Azië. Kon dit feit geene verwondering wekken, de verwantschap met Oostelijk Noord-Amerika bleef in de wetenschap opgeteekend als eene geheel onverklaarde eigenschap.

De geschiedenis leert dat wetenschappen aanvankelijk gesche[...]den, in haren vooruitgang elkander ontmoeten en dat dit za[...]mentreffen niet zelden nieuwe wegen tot onderzoek opent. Zo werd de Paleontologie geboren, wier licht drie wetenschappe[n] bestraalt. Onder de gezigtspunten die zij opende, behoort oo[k] de voorstelling van veranderingen in de begrenzing van lan[d] en zee gedurende het tijdvak van het bestaan der tegenwoor[...]dige schepping. Aan de plantengeographie werd een historisc[h] hoofdstuk toegevoegd en wat in de verspreiding van plante[n] en dieren niet verklaard was, vond verklaring. Daarbij brag[t] DARWIN's hypothese op nieuw eene vraag ter sprake, bij wie[r] oplossing te beproeven, alle wetenschap schipbreuk had gele[...]den. Maar hypothesen, die eene gewigtige vraag tot oplossin[g] pogen te brengen, ook wanneer hare ontwikkeling niet logisch, de groepering der feiten en de ontleende gevolgtrekkingen nie[t] onpartijdig zijn, wekken onderzoek en wisseling van gedachte[n] en kunnen vruchtbaar worden voor de wetenschap. — Ik dui[...] dat standpunt aan, om dat de uitstekende arbeid van AS[A] GRAY over de verwantschap der Flora's van Japan en Noord[-] Amerika onder dien invloed geschreven werd. DARWIN's hy[...]pothese was voor hem een theoreem geworden, zoodat hij d[e] analoge of vicariërende genera en species in beide werelddeele[n] in zijn onderzoek opnam, als afstammelingen van gemeenschap[...]pelijken oorsprong. Ik volg mijnen vriend in die rigting niet, maar bepaal mij bij de werkelijk identische vormen, bij ge[...]slachten en soorten die in beide landen dezelfden zijn. De een[...]heid van oorsprong van iedere ware species omhels ik daarbij met volkomen overtuiging. De plantengeographie heeft de voor[...]stellingen van SCHOUW en AGASSIZ omtrent de pluraliteit va[n] oorsprong verlaten en ook op dit punt wordt de in de geheel[e] natuur uitgedrukte wet van eenvoudigheid der middelen t[ot] groote uitkomsten bevestigd.

Zamengesteld uit vijf groote eilanden, Nippon, Kiusiu, S[i]kokf, Jesso en Karafto, met hunne lengteassen van het zuide[n] naar het noorden boven elkander geplaatst, vormt Japan a[ls] het ware één grooter eiland, ongeveer parallel met de kust v[an] het naburige vasteland, uitgestrekt van de zuidelijkste pu[nt] van Kiusiu tot aan Kaap Elisabeth op Karafto of Sanchalien

van 30° 30′ tot 54°, of wanneer wij het zoo weinig bekende Karafto, dat, botanisch, eerder tot Kamschatka behoort, alsmede de kleinere naburige Kurilische eilanden, die onder Japansch gezag staan, uitsluiten, en de noordelijkste punt van Jesso (onder 43°) tot grens stellen, beslaat de lengte toch nog meer dan 13 graden, het geheel eene oppervlakte van 11,500 □ duitsche mijlen. Al deze eilanden zijn zeer bergachtig, talrijke vulcanische kegels verheffen zich tot aanzienlijke hoogte, veler toppen blijven des zomers met sneeuw bedekt. Dat de temperatuur en andere klimatische toestanden op die eilanden zeer verschillen en dat in gelijke verhouding het plantenrijk onder zoo ongelijke breedte niet gelijkvormig kan optreden, dat mitsdien ook van een „Japansch Flora-Rijk" niet kan gesproken worden, ligt voor de hand. Op dit gebied stuiten wij op eene onvolledigheid in onze kennis. Van Nippon en Kiusiu werden veel meer planten bekend dan van de noordelijke eilanden. Onze reizigers verkregen slechts enkele van Jesso door tusschenkomst van Japansche geleerden. Van Karafto is zeer weinig bekend, door de nasporingen van Russische reizigers. Omtrent Jesso hebben evenwel de Amerikaansche, Engelsche en Russische onderzoekers onlangs meer licht verspreid. Daarbij komt nog het ongerief, dat in onze verzamelingen, behalve die van PIËROT, geene of slechts onvolledige opgaven omtrent de vindplaatsen opgeteekend zijn.

De algemeene Physionomie der vegetatie wordt in Nippon, Sikokf, Kiusiu en Jesso bepaald door het voorheerschen van boomen en heesters tegenover kruidachtige planten. Talrijke en zeer verschillende soorten van Coniferen, vooral van Cupuliferen, Laurineën, Magnoliaceën, Lonicereën, Ternstroemiaceën, Celastrineën, Saxifrageën, Ericineën, Styraceën, Betulaceën, Artocarpeën, enz., vormen hièr wouden, in eene groepering, die veel analogie heeft met die van oostelijk Noord-Amerika, maar vermengd met zuiver Aziatische typen van Sapindaceën, Meliaceën, Pittosporeën, Tiliaceën, Schizandreën, Lardizabaleën. Hoe voorheerschend ook de houtgewassen zijn, ging nogtans ZUCCARINI te ver, terwijl hij hun getal op $\frac{1}{3}$ der geheele phanerogamische vegetatie stelde.

Dat verscheidenheid een hoofdkarakter der Japansche Flora is,

blijkt reeds dadelijk uit de hooge cijfers der orden en geslachten met een veelal gering aantal soorten. Slechts in enkele geslachten is het aantal species aanzienlijk, bijv. Carex met 55, Quercus 25, Polygonum 26, Lilium 17, Viburnum 12, Lonicera 10, Pyrus 11, Artemisia 12, Clematis 12, Smilax 9, Ilex 13 soorten. Hoe meer de genera tot de gematigde luchtstreek behooren, in die mate is het aantal soorten in Japan grooter, en *omgekeerd*, naarmate de genera tot de tropische of subtropische vegetatie behooren. — Vele tropische familiën of afdeelingen van familiën vinden hier hare noordelijke grens, bijv. Laurineën, tropische typen van Cupuliferen, zooals het geslacht Castanopsis, van de Coniferen Podocarpus, onderscheidene geslachten van de Euphorbiaceën, Saxifrageën, van de Grassen de Bambusaceën, verder de Melastomaceën, Lardizabaleën, enz. Op gelijke wijs eindigt de verspreiding van meer noordelijke typen, die in Jesso, in noordelijk Nippon en op de hoogere bergen van Kiusiu nog voorkomen, binnen het gebied der Japansche Flora. Talrijker dan in eenige andere Flora zijn dan ook hier de monotypische geslachten.

Van niet geringen invloed op het algemeene beeld zijn de talrijke kultuurplanten en de sterke bebouwing van het land. Land- en tuinbouw hebben er. sedert de aloudste tijden eene groote uitgebreidheid, als een natuurlijk gevolg van de sterke bevolking en den lust der bewoners om zich aan Flora's schoonheden te verlustigen. De Japansche literatuur geeft daarvan ruime getuigenis. — Voor de plantengeographie ontstaat daardoor de moeijelijkheid, de van China, Korea en andere gewesten ingevoerde van de oorspronkelijk inlandsche planten te onderscheiden. Niet altijd hebben de verzamelaars daarop genoeg gelet, of konden de zaak niet beslissen; de eene noemt ingevoerd wat door een ander als inlandsch beteekend wordt — Of met de langdurige kweeking het zonderlinge verschijnsel zamenhangt dat in geen land zoo veel gewassen met bonte, gevlekte (geel of wit) bladen voorkomen dan hier, of dat algemeene oorzaken daartoe werkzaam zijn, durf ik nog niet beslissen; alleen doe ik opmerken dat die speling, welke bij bijkans alle Japansche tuinplanten voorkomt, ook onder de in het wild groeijende gewassen niet zelden wordt aangetroffen.

Met terzijdestelling der Cryptogamische orden (alleen zij verneld het hooge cijfer van ruim honderd Filices, als getuige van eene insulair karakter), omvat de Phanerogamische Flora omtreeks 620 dicotyledonische genera waarvan 18 Gymnospermen Coniferen en 1 Cycadeë) verdeeld onder 133 familiën; 156 monocotyledonische genera verdeeld onder 28 familiën, zoodat het middelcijfer van genera op iedere dicotyle familie tusschen 4 en 5 valt, en voor de monocotyle familiën omstreeks 5 bedraagt. Ik ben thans nog niet in staat het totale cijfer der soorten naauwkeurig te bepalen; vermoedelijk zal het ongeveer 2100 Phanerogamen bedragen, zoodat het middelcijfer voor ieder geslacht nog niet tot drie zou klimmen. Al deze verhoudingen bevestigen het karakter van verscheidenheid der op dit gebied vereenigd voorkomende vormen. Het gestelde middelcijfer der soorten op de geslachten, verschilt in Japan eenigzins van andere overigens verwante Flora's onder gelijke breedte gelegen. In de Vereenigde Staten van Amerika, noordelijk van Virginië, komen op een genus 4.4 species, in Duitschland met Zwitserland 4.5, enz. Het zeer hooge cijfer voor sommige geslachten (*zie voorg. bl.*) is hier nog van invloed en het cijfer der species zou, indien men een vijftal van de genoemde zeer rijke genera uitsloot tot 2 dalen; zooals het werkelijk in de Flora van Amur voorkomt. — Dat Japan in de verhouding der *houtvormende* soorten tot de *kruidachtige* zich van de Flora's van andere landen op eene in het oog vallende wijs onderscheidt, is reeds gezegd; en wanneer men daarop de wet toepast dat de distributie eener soort in die verhouding zich verder uitstrekt als haar levensduur korter is, volgt, dat de verspreiding van een deel der Japansche planten zich niet tot groote afstanden zal uitstrekken.

Onder de kruidachtige planten is een niet onbelangrijk getal dat onder gelijke breedte oostelijk Azië bewoont; in Jesso soorten van Siberië en van Kamtschatka, in Kiusiu en Nippon van het Amurland, van noordelijk China en van het Himalayagebergte. Het eerst in nieuwer tijd begonnen nader onderzoek dier landen heeft overtuigend aangetoond, dat een hoogst aanzienlijk getal van soorten en geslachten vroeger alleen van Japan

bekend, in die gewesten voorkomt, in die mate, dat, terwijl wij nú nog van Japan meer weten dan van Oost- en Centraal-Azië, bij verdere nasporingen meer en meer zal blijken, dat er eene gelijkvormige vegetatie bestaat over het gebied van oostelijk Himalaya, Noord-China, Mandschurie, de Amurkolonie, Davurie, tot in Baikalie, zuidelijk Siberië en een deel van Kamschatka, die in Japan hare oostelijke grens vindt. In de hoeveelheid houtgewassen staat Japan boven de aangrenzende landen, vooreerst ten gevolge der wet dat houtgewassen naar de linie in verhouding toenemen en dan in verband met de naar de zeezijde opklimmende Isothermen van Azië. Oost-Siberië heeft 1 houtgewas op 6 kruidachtige, Transbaikalie 1 op 7.7, Amurland op 5.9, de streek van Peking op 4; tot welke verhouding Japan het meest schijnt te naderen. MAXIMOWICZ onderzocht de Flora van het Amurland (*Primitiae Florae Amurensis*); 15.8 pCt. der ontdekte planten was buiten dat gebied niet bekend, maar hij deed al dadelijk opmerken dat het cijfer van deze eigendommelijkheid gestadig zou afnemen, wanneer noordelijk China en de terra incognita Noord-Japan beter onderzocht zouden zijn. Dit is nu door mijn onderzoek onzer Japansche verzamelingen volkomen bevestigd, niet alleen voor Jesso, maar ook voor Nippon en Kiusiu, vooral voor de vegetatie der bergstreken van deze beide eilanden. Het hoofdresultaat is dat van de Amurplanten, zoowel van die welke dat gewest met naburige landen gemeen heeft als van die welke tot dusver dáár alléén werden gevonden, t. w. 143 soorten, zeer vele in Japan voorkomen. Wanneer wij het zuidelijke eiland Kiusiu uitsluiten, leveren beide Flora's één beeld op, waarin orden en genera en een tal van soorten identisch zijn, of zeer verwante soorten elkander vervangen. Alleen schijnt Japan meer houtgewassen te bezitten dan Amurland, zooals uit de hierboven vermelde cijfers kan worden opgemaakt. — In beide Flora's behooren de orden Compositae, Ranunculaceae, Gramineae, Cyperaceae, Rosaceae, Scrophularineae, Cruciferae, Leguminosae, Caryophylleae, Liliaceae, Polygoneae tot de talrijkste (in Japan ook de Labiatae), terwijl vele andere familiën slechts door enkele of eene soort vertegenwoordigd zijn. Ik onthoud mij van

de opsomming van nadere voorbeelden, en bepaal mij bij de vermelding der genera iaponica, die tot nu toe niet op het naburige vasteland van Azië noch elders ontdekt zijn:

1. Glaucidium SIEB. et ZUCC. — 2. Anemonopsis SIEB. et ZUCC. (*Ranunculaceae*). — 3. Aceranthus MORR. et DECAISN. (*Berberideae*). — 4. Pteridophyllum SIEB. et ZUCC. (*Fumariaceae*). — 5. Corchoropsis SIEB. et ZUCC. (*Tiliaceae*). — 6. Pseudaegle MIQ. (*Aurantiaceae*). — 7. Euscaphis SIEB et ZUCC. (*Sapindaceae*). — 8. Platycarya SIEB. et ZUCC. (*Juglandeae*). — 9. Stephanandra SIEB. et ZUCC. — 10. Rhodotypus SIEB. et ZUCC. — 11. Rodgersia A. GRAY. — 12. Schizophragma SIEB. et ZUCC. — 13. Platycrater SIEB. et ZUCC. — 14. Cardiandra SIEB. et ZUCC. (*Saxifrageae*). — 15. Pomasterion MIQ. (*Cucurbitaceae*). — 16. Textoria MIQ. (*Araliaceae*). — 17. Trochodendron SIEB. et ZUCC. (*Araliaceis affine?*). — 18. Pertya SCHULTZ BIP. — 19. Diaspananthus MIQ. (*Compositae*). — 20. Quadriala SIEB. et ZUCC. (*Corneae*). — 21. Tripetaleia SIEB. et ZUCC. (*Ericaceae*). — 22. Pterostyrax SIEB. et ZUCC. (*Styraceae*). — 23. Stimpsonia A GRAY (*Primulaceae*). — 24. Keiskea MIQ. — 25. Chelonopsis MIQ. — 26. Orthodon BENTH. (*Labiatae*). — 27. Paulonia SIEB. et ZUCC. (*Scrophularineae*). — 28. Phacellanthus SIEB. et ZUCC. (*Orobancheae*). — 29. Conandron SIEB. et ZUCC. (*Cyrtandraceae*). — 30. Schizocodon SIEB. et ZUCC. (*Polemoniaceae*). — 31. Pentacoelium SIEB. et ZUCC. (*Myoporineae*). — 32. Rhodea ROTH (*Aspidistreae*). — 33. Heloniopsis A. GRAY. — 34. Sugerokia MIQ. (*Melanthaceae*). — 35. Pseudocarex MIQ. (*Cyperaceae*). — 36. Cercidiphyllum SIEB. et ZUCC. (*genus dicotyl. dubiae affinitatis*). — 37. Thuiopsis SIEB. et ZUCC. — 38. Sciadopitys SIEB. et ZUCC. (*Coniferae*).

Vergelijkt men dit getal van 38 buiten Japan nog niet gevonden genera met het vroegere, toen het vaste land van oostelijk Azië zeer weinig onderzocht was, dan ontwaart men eene hoogst aanzienlijke vermindering. In Noord-China en vooral op het Himalaya-gebergte werden Japansche genera in zoo groot getal gevonden, dat het vermoeden geheel niet ongegrond is, dat geen geslacht voor Japan gereserveerd zal blijven. Zoo werden de genera Actinidia, Hovenia, Corylopsis, Distylium, Euptelea, Skimmia, Fluggea, Daphniphyllum, Helwingia en an-

dere in de Himalaya- en Khasia-gebergten; Triceraudra, Boenninghausia, Deutzia, Cryptomeria, Ophiopogon in China; andere en dáár en in noordelijk Indië teruggevonden, alsmede een tal van identische soorten.

Een blik op de kaart doet ons zien dat de reeks der Japansche eilanden in noordelijke rigting het vaste land zoo zeer nadert, dat de noordelijke punt van Karafto bijkans met de kust vereenigd wordt, terwijl het geheele eiland slechts door eene zeer ondiepe zee van de naburige kust gescheiden is. Zuidwaarts wordt de tusschenliggende zee breeder; maar de Archipel van Corea vult die ruimte met talrijke eilandjes, die door den Engelschen reiziger OLDHAM onderzocht, dezelfde Flora als Japan aanbieden.

Dit alles strekt tot bevestiging der stelling, dat de Flora van Japan de voortzetting is van die van Oost-Azië, onder gelijke breedte, of juister onder de gelijke Isothermen. De aard der geslachten en soorten bevestigt dit. Eene groote hoeveelheid daarvan vindt men in russisch Azië; een ander deel behoort meer tot de Flora van Centraal-Azië, vooral van het Himalaya- en Khasiagebergte en Noord-China. Een kleiner deel vooral in de meest zuidelijke deelen vertegenwoordigt Midden-China en bevat indische typen; Hongkongs Flora levert menige identische soort. — Bij dit alles komt nog dat eene aanzienlijke hoeveelheid soorten die Noordelijk Azië met Europa gemeen heeft, in Japan niet ontbreken, waarvan vele daar hare oostelijke grens vinden; zoo als Caltha palustris, Actaea spicata, Paeonia officinalis, Berberis vulgaris, Chelidonium majus, drie europesche Nasturtium, Cardamine impatiens en andere, Capsella bursa-pastoris, Turritis glabra, Draba nemoralis, Stellaria uliginosa, media, Malachium aquaticum, Cerastium viscosum, Malva rotundifolia, Dictamnus Fraxinella, Evonymus europaeus, Lotus corniculatus, Potentilla anserina, Comarum palustre, Pyrus Aucuparia, Epilobium angustifolium, tetragonum, Lythrum Salicaria, Parnassia palustris, Drosera rotundifolia, Cicuta virosa, Tripolium vulgare, Solidago Virgaurea, Artemisia vulgaris, Senecio nemorensis, Calendula officinalis, Linnaea borealis, Sambucus ebuloides, Valeriana dioica, Campanula Trachelium, Galium Aparine, verum, Vacoinium Vitis Idaea, Ledum palustre, eenige

species van Pyrola, Diapensia lapponica, Lysimachia vulgaris, thyrsiflora, Menyanthes trifoliata, Lithospermum officinale, Myosotis arvensis, Prunella vulgaris, Nepeta Glechoma, Thymus Serpyllum, Solanum nigrum, S. Dulcamara, Verbena officinalis, vele soorten van Veronica; Utricularia intermedia, Plantago major, soorten van Polygonum, Rumex en Chenopodium; Empetrum nigrum, Euphorbia Helioscopia, palustris; vormen van Castanea vesca en Fagus sylvatica die slechts tot aan de Caucasische streek oostwaarts zich verspreiden, treden in Japan op (een onverklaard verschijnsel, tenzij men deze met Amerikaansche soorten kan vereenigen (verg. hierachter); — verder onderscheidene Salices, Convallaria majalis, Smilacina bifolia, Gagea triflora, Juncus communis, Luzula campestris, Carex praecox, Poa nemoralis, pratensis, trivialis, Festuca rubra, Triticum caninum, Aspidium filix mas, Athyrium filix femina, Pteris aquilina, Blechnum Spicant, Polypodium vulgare, Ophioglossum vulgare, Osmunda regalis, Equiseta, Lycopodium Selago en clavatum, enz. enz. — Het zou niet moeijelijk zijn, deze lijst aanzienlijk te vermeerderen.

Tegenover deze onbetwistbaar sterke verwantschap der Flora Japonica met Azië, stel ik eenige haar kenmerkende trekken van eigenaardigheid. Zij betreffen vooral het ongewoon hooge cijfer van soorten in sommige geslachten. Onder de Ranunculaceën, die overigens een geheel Aziatisch karakter vertoonen, telt Clematis 12 species, terwijl het geheele Russische rijk slechts 11 bezit. De Berberideën 12 species tegen 9 in geheel Rusland. Het geslacht Acer (met Negundo) is bepaald voorheerschend, met 16 geheel eigenaardige soorten, waarvan welligt slechts 1 op het naburige vasteland voorkomt, waar over het geheel 4, in geheel Rusland 7, in Noord-Amerika 6 soorten groeijen. Onder de Rosaceën klimmen de soorten van Prunus, Spiraea, Rubus en Rosa tot hooge cijfers op. De Saxifrageën worden het meest door eigenaardige genera gekenmerkt, hiervoren vermeld, waarvan echter Deutzia in Amurland, in Noord-China en Himalaya indringt. Zeer opmerkelijk is het aantal Hydrangea-soorten, 16 in getal, uitsluitend hier vertegenwoordigd; op het vaste land slechts enkele, in Noord-Amerika slechts 1 soort. Soortgelijk is de verhouding van Viburnum

met een 12-tal species, waarvan slechts twee of drie elders groeijen; Polygonum is nergens zoo sterk vertegenwoordigd als in Japan: 28 soorten, tegenover 19 in de Amur-kolonie, waaronder gedeeltelijk identische species. Geheel buiten de gewone verhouding is het aantal Cupuliferen, uit de geslachten Eik, Kastanje, Beuk, Hazelaar. Omstreeks 25 eigen species van Quercus in Japan tegenover 1 in de Amurkolonie; enkele soorten heeft Japan echter gemeen met China en met het Himalayagebergte, weshalve men mag vermoeden dat bij verder onderzoek Japansche vormen in de tusschenliggende Aziatische landen zullen gevonden worden. Ilex mag men bij voorkeur een Japansch geslacht noemen, daar er 13 species voorkomen, waarvan eenige ook in het Himalaya-gebergte, andere in China groeijen *). Het ongewoon hooge cijfer van Carex, waarvan de meeste soorten nog niet buiten Japan gevonden werden, heb ik reeds vermeld. Onder de Gramineën vinden de Bambusaceën, die over het geheel tropische of subtropische planten zijn, in Nippon hare noordelijke grens.

In antwoord op de vraag hoever zich de Japansche Flora in oostelijke rigting voortzet, moet vooreerst worden opgemerkt dat het noordelijke gedeelte zich aansluit aan de Kurilische eilanden en zich daar reeds de invloed der rondom de aarde meer of minder uniforme arctische Flora doet gelden. Planten die in deze en in de subarctische zonen aan Azië en Amerika gemeen zijn, komen reeds in Jesso voor. Ik sluit deze uit bij de beschouwing van bepaald amerikaansche typen in Japan. — De vegetatie der oostelijk eerstvolgende eilanden in de noordelijke Stille Zee heeft alle verwantschap met Japan reeds afgelegd, behalve een Carex in Nieuw-Holland, een van daar en van Chili, een van de Sandwich-eilanden. Met uitsluiting van Kosmopolitische planten, heeft Japan bovendien slechts 2 bepaald Nieuw-Hollandsche identische soorten, Chapelliera glomerata en Gnaphalium japonicum THUNB., dat van FORSTER's Gn. involucratum niet verschilt.

Bij de vraag over de verwantschap der Flora Japonica met die van Noord-Amerika onder ongeveer gelijke breedte, valt in

*) De diagnosen van deze en andere nieuwe soorten volgen hier achter.

de eerste plaats op te merken, dat die niet uitsluitend tot Japan beperkt is, maar betrekking heeft op geheel Oostelijk Azië in de gematigde en warmer gematigde zonen. Beide wereld-deelen hebben nu nog eenige verbinding onder hooger noordelijke breedte langs Karafto, Kamschatka, de Kurilische en Aleutische eilanden, vroeger welligt evenals aan weêrszijden van straat Beering meer zamenhangend. Maar al kon men bewijzen dat deze verbinding zich vroeger meer zuidelijk had uitgestrekt, ware daarmede de verwantschap der Flora's niet verklaard, want het staat vast, dat Oostelijk Noord-Amerika, en niet de westzijde verwant is met Oostelijk Azië, eene verwantschap die zich tot in het hart der Himalayastreek doet gelden, zelfs door enkele geheel identische soorten bevestigd. — Ten einde die verwantschap duidelijk te maken, heb ik in de volgende tabel de in Europa ontbrekende genera, welke Japan, China en Himalaya met Noord-Amerika buiten de arctische zone gemeen hebben, opgeteekend naar het verschil van de oost- en westzijde van dezen continent, met de grens van Rocky-mountains. De hooger arctische genera die grootendeels uniform rondom de aarde voorkomen zijn hier uitgesloten. — De voorletters der geslachten, in de kolommen herhaald, wijzen aan waar ieder geslacht voorkomt.

BUITEN-EUROPESCHE GENERA WELKE OOSTELIJK AZIË (JAPAN, CHINA, HIMALAYA) MET NOORD-AMERIKA GEMEEN HEEFT.

ORDO.	GENERA.	Noord-Amerika.		ORDO.	GENERA.	Noord-Amerika.	
		W.	O.			W.	O.
unculaceae	*Trautvetteria	T	T	Capparideae	Polanisia		P
"	*Cimifuga	C	C	Hypericineae	*Ascyrum		A
moliaceae	*Magnolia		M	"	*Elodea		E
"	*Illicium		I	Caryophylleae	*Mollugo	M	M
ispermeae	*Menispermum		M	Malvaceae	*Sida (Abutilon)	S	S
"	*Cocculus		C	"	*Malvastrum		M
berideae	*Caulophyllum		C	Camelliaceae	Gordonia		G
"	*Diphylleia		D	"	*Stuartia		S
"	Podophyllum		P	Rutaceae	*Zanthoxylum		Z
"	Jeffersonia		J	Ampelideae	*Vitis subg.		V
mphaeaceae	*Nelumbium		N		Ampelopsis		
"	*Brasenia	B	B	Rhamneae	*Berchemia		B
iveraceae	*Stylophorum		S	Olacineae	*Schoepfia	warmer	
mariaceae	*Dicentra	D	D			Amer.	

ORDO.	GENERA.	Noord-Amerika. W.	O.
Sapindaceae	*Aesculus	A	A
〃	*Negundo	N	N
Leguminosae	*Crotalaria		C
〃	*Wisteria		W
〃	*Tephrosia		T
〃	Aeschynomene		A
〃	*Desmodium		D
〃	*Lespedeza		L
〃	*Rhynchosia		R
〃	*Clitoria		C
〃	*Cassia		C
〃	*Gleditschia		G
〃	Desmanthus	D	D
Lythrarieae	*Ammannia	A	A
Onagrarieae	*Jussiaea		J
〃	*Ludwigia		L
Cucurbitaceae	*Sicyos	S	S
Crassulaceae	*Penthorum		P
Saxifrageae	*Astilbe		A
〃	*Mitella	M	M
〃	Tiarella	T	T
〃	*Itea		I
〃	*Hydrangea		H
〃	*Philadelphus	P	P
Hamamelideae	*Hamamelis		H
〃	*Liquidambar		L
Umbelliferae	Archemora		A
〃	*Cryptotaenia		C
〃	*Osmorhiza	O	O
Araliaceae	*Oplopanax		
〃	*Aralia		A
〃	*Panax		A
Corneae	*Nyssa		N
Caprifoliaceae	*Diervilla		D
Rubiaceae	*Mitchella		M
〃	*Oldenlandia		O
〃	Mitreola		M
Compositae	Vernonia		V
〃	Elephantopus		E
〃	*Adenocaulon	A	A
〃	Diplopappus	D	D
〃	*Boltonia		B
〃	*Biotia ?		B
〃	Pluchea		P
〃	*Eclipta		E
〃	*Cacalia		C
Ericaceae	*Chiogenes		C
〃	*Gaultheria	G	G

ORDO.	GENERA.	Noord-Amerika. W.
Ericaceae	*Leucothoe	
〃	*Clethra	
Styraceae	*Symplocos	
Bignoniaceae	*Catalpa	
Scrophularineae	*Mimulus	M
〃	*Herpestes	H
〃	Buechnera	
〃	*Ilysanthes	
Loganiaceae	Gelsemium	
Acanthaceae	*Dipteracanthus	
〃	*Callicarpa	
〃	*Phryma	
Labiatae	*Hedeoma	
〃	*Lophanthus	L
〃	*Cedronella ?	
Polemoniaceae	Phlox	F
Gentianeae	*Halenia	
Apocyneae	*Amsonia	
Nyctagineae	Oxybaphus	O
Phytolacceae	*Phytolacca	
Laurineae	*Tetranthera	T
Saurureae	*Saururus	
Euphorbiaceae	*Acalypha	A
〃	*Sapium	
〃	*Croton	C
〃	*Phyllanthus	
〃	*Pachysandra	
Urticeae	*Laportea	
〃	*Pilea	
〃	*Boehmeria	
Artocarpeae	*Maclura	
Coniferae	*Thuja	T
〃	*Chamaecyparis	C
〃	*Torreya	T
〃	*Podocarpus	Me
Aroideae	*Arisaema	
〃	*Symplocarpus	S
〃	*Lysichiton	L
Burmanniaceae	Burmannia	
Orchideae	*Arethusa	
〃	*Pogonia	
〃	Tipularia	
〃	*Bletia	
〃	*Liparis	
Hypoxideae	*Hypoxis	
Haemadoraceae	*Aletris	
Amaryllideae	*Pancratium	
Roxburghiaceae	*Croomia	Flo

RDO.	GENERA.	Noord-Amerika. W.	Noord-Amerika. O.	ORDO.	GENERA.	Noord-Amerika. W.	Noord-Amerika. O.
eae	*Trillium	T	T	Cyperaceae	*Fuirena		T
ae	*Clintonia	C	C	"	*Scleria		S
thaceae	*Uvularia ?		U	Gramineae	*Vilfa	V	V
	Prosartes	P		"	*Sporobolus	S	S
	*Zygadenus		Z	"	*Muhlenbergia	M	M
	*Stenanthium ?		S	"	*Aristida		A
	*Chamaelirium		C	"	*Leptochloa		L
elineae	*Commelina	C	C	"	Bryzopyrum	B	B
	Tradescantia		T	"	*Arundinaria		A
ae	Xyris		X	"	*Paspalum		P
aceae	*Kyllingia		K	"	Cenchrus	C	C
				"	*Sorghum		S
						40	142

Het blijkt dus dat 142 eigenaardige genera van Oostelijk N.-Amerika in Oostelijk Azië voorkomen, waarvan 38 ook in Westelijk N.-Amerika groeijen; slechts 2 zijn uitsluitend aan W. N.-A. en Oost-Azië eigen, die echter vooral tot de hoogere breedte behooren. Al deze genera behooren tot 62 familiën, waarvan 11 tot de Leguminosae, 10 Gramineae, 9 Compositae, 5 Melanthaceae, 5 Orchideae, 5 Euphorbiaceae, 4 Berberideae, 4 Scrophularineae; de overige zijn door minder, 28 familiën slechts door 1 genus vertegenwoordigd. Niet zelden drukt zich de verwantschap bovendien uit door identische of althans door zeer verwante soorten. — In Japan zelf komen de genera voor welke in de tabel met * geteekend zijn, dus ten getale van 120. Maar niet alle zijn door identische soorten vertegenwoordigd. Waar dit niet het geval is, kan men, onder den invloed van DARWIN's hypothese, verwante soorten vergelijken, of zelfs vermoeden dat zij afstammelingen van ééne type zijn, in de gescheiden woonplaatsen gewijzigd. Voor mij hebben die verwante soorten, waarvan het aantal belangrijk is, alleen waarde als gelijkvormige elementen in de groepering van twee Flora's. Ik bepaal mij daarom bij de optelling der identische soorten, waarbij de letter O of W achter den naam het voorkomen in O.- of W.-Amerika aanwijst. Slechts dan vermeld ik een aanverwante soort wanneer ik vermoed dat zij met de andere analoge zal moeten vereenigd worden.

Houtvormende species: 1. Rhus Toxicodendron, W.O. 2. Vitis Labrusca, O. 3. Prunus virginiana?, O. 4. Spiraea betulaefolia, O.W. 5. Sp. salicifolia?, O. 6. Photinia arbutifolia, W. 7. Amelanchier, canadensis var., O. 8. Pyrus rivularis, W. 9. P. (Sorbus) americana, O. 10. P. (Sorbus) sambucifolia, W. 11. Lespedeza hirta Ell. O. 12. Ribes laxiflorum, W. 13. R. Cynobasti?, O. 14. Echinopanax horridum, W. 15.* Aralia chinensis (spinosa), O. 16. Cornus canadensis, O. 17. Lonicera coerulea?, O. 18. Viburnum latanoides, O. (V. cordifolium Wall. van Himalaya). 19. Viburnum Opulus var., O.W. 20. Sambucus racemosa, var. pubescens, O.W. 21. Vaccinium macrocarpum, O.W. 22. Chiogenes hispidula, O. 23. Menziesia ferruginea, W.O. 24. Menziesia globularia, O. 25. Betula lenta, O. 26. Alnus maritima var., O.W.? 27. Castanea japonica, welligt met Amerikaansche te verbinden. 28. Fagus sylvatica, zeer nabij F. ferruginea, O. 29. Torreya nucifera is van de Amerikaansche bijkans niet te onderscheiden. — *Totaal* 29.

Kruidachtigen, allen polycarpisch: 1. Trautvetteria, zeer nabij T. palmata, O.W. 2. Thermopsis fabacea, W. 3. Potentilla fragiformis, W. 4 Elodea virginiana, O. 5. E. petiolata, O. 6. Cryptotaenia canadensis, O. 7. Archangelica Gmelini, O.W. 8. Cymopterus littoralis, W. 9. Heracleum lanatum, O.W. 10. Osmorhiza longistyla, W.O. 11. Aralia 5-folia, O. 12. Valeriana dioica (ook Europ.), O.W. 13. Stachys palustris var., O.W. 14. Senecio Pseudo-Arnica, O.W. 15. Achillea sibirica, W. 16. Viola canadensis var., O.W. 17. V. Selkirkii, O. 18. Brasenia peltata, O. (ook Nieuw-Holland). 19. Caulophyllum thalictroides, O. 20. Diphylleia cymosa, O. 21. Rumex persicarioides, O. 22. Monotropa uniflora, O. (ook Himalaya). 23. Pyrola asarifolia, O. 24. Pyrola incarnata, O. 25. Pachysandra terminalis, zeer nabij P. procumbens, O. 26. Saururus Loureirei, zeer nabij S. cernuus, O. 27. Liparis liliifolia, O. 28. Orchis latifolia var. Beeringiana, W. 29. Pogonia ophioglossoides, O. 30. Erythronium grandiflorum, O. 31. Trillium erectum var., O. 32. Polygonatum gigantum, O. 33. Smilacina bifolia var. Kamschatica, W. 34. Streptopus amplexifolius, O.W. 35. Streptopus roseus, O.W. 36. Chamaelirium luteum, zeer nabij Ch. carolinianum, O. 37. Croomia japonica, denkelijk slechts

eene speling van C. pauciflora, O. 38. Veratrum viride, O.W. 39. Juncus xiphioides, W. 40. Carex rostrata, O. 41. Carex stipata, W.O. 42 Carex macrocephala, W. 43. Sporobolus elongatus, O.W. (en Himalaya). 44. Agrostis perennans Tuck. (scabra), W.O. 45. Festuca pauciflora, W. 46. F. parvigluma Steud., als vorm van F. occidentalis, W. 47. Triticum semicostatum, 48. Adiantum pedatum, O.W. 49. Onoclea sensibilis, O. 50. Osmunda cinnamomea, O. 51. Lycopodium lucidulum, O. 52. Lycopodium dendroideum? W.O. — Met inbegrip der genoemde vijf Filices 52, dus in het geheel 81 *species*, ongeveer $\frac{1}{18}$ gedeelte der Phanerogamen van Japan.

Wanneer wij de behoefte aan warmte nagaan welke een grooter deel van deze 81 planten voor hare ontwikkeling behoeven, is het duidelijk dat zij bij de tegenwoordige geographische positie zich niet van het eene werelddeel naar het andere konden verspreiden. Daarom stelde men aanvankelijk dat in vroeger tijdvakken ook op meer zuidelijke breedte eene verbinding tusschen beide continenten had plaats gegrepen. ASA GRAY heeft echter naar mijne meening op eene overtuigende wijs bewezen dat eene hoogere temperatuur in vroegere tijdvakken de verspreiding dezer soorten van den eenen continent naar den anderen mogelijk maakte, langs de wegen die thans in de boven vermelde rigting bestaan. — Algemeen toch wordt erkend dat de thans levende wezens van zeer verwijderde tijdvakken dagteekenen. De Paleontologie bevestigt dit dagelijks. — 20 pC. miocene Mollusken, 40 pC pliocene bestaan thans nog levend. Planten der tegenwoordige periode zijn fossiel in de miocene lagen. Taxodium distichum, thans uitsluitend aan Amerika eigen, ligt fossiel in de miocene lagen van Silesië. De Barnsteen-Flora bevat een groot deel van nog levende soorten. In de miocene lagen van Vancouver-eiland vondt LESQUEREUX tusschen Dicotyledonen en Palmen, die allen eene vroeger hoogere temperatuur aanwijzen, de vermaarde Conifere Sequoia sempervirens, die thans 10°—15° graden verder naar het zuiden wouden vormt. De fossiele dieren van Nebraska wijzen op een vroeger warmer klimaat oostelijk van Rocky-montains, eene stelling die door talrijke onderzoekingen bevestigd werd. De Flora der gematigde zone die nu in W.-Europa den poolcirkel raakt, zal

dat ook in West- en Centraal Noord-Amerika gedaan hebben, zoodat de Flora's van deze en die van Noord-Azië zich naar de wetten der plantenverspreiding konden vermengen. — In den posttertiairen tijd naderde van lieverlede de glaciale periode, waarbij het arctisch klimaat zich tot aan de breedte van den Ohio uitstrekte. In dezelfde verhouding trok de gematigde Flora zich zuidelijk terug, en toen bij het einde dier periode de voorgedrongen arctische planten op gelijke wijs naar de poolstreken terugweken, konden de achterblijvende soorten op de koudere toppen der Alleghanies en andere hooggebergten van New-York en New-England het leven voortzetten. Dat deze wisselingen der temperatuur langzaam kwamen en gingen, blijkt genoegzaam uit de omstandigheid, dat de meeste planten niet omkwamen, dat er tijd was zich als soort te verplaatsen. Het een en ander bevestigt op nieuw, dat de tegenwoordige organismen van zeer aloude dagteekening zijn. — Zoo ver als de arctische planten zich noordwaarts terugtrokken, volgden haar de soorten der gematigde zone en waren bij die verspreiding door eene minder breede zee van Azië gescheiden. — De vraag of de hier bedoelde plantensoorten reeds *voor* de glaciale periode bestonden, heeft LESQUEREUX bevestigend beantwoord; in antiglaciale lagen vindt men fossiele species die thans in Amerika leven, maar meestal tot zuidelijker breedte beperkt. — Uit dit alles kan men afleiden dat in het tijdvak hetwelk op het glaciale volgde, het *fluviale* van DANA, toen de landstreek van St. Lawrence en Lake Champlain door water bedekt en over het geheel het land noordwaarts minder hoog verheven was en, wat de immense alluviale vlakten getuigen, de rivieren nog veel aanzienlijker stroomen vormden dan thans, over het ook ver smallere land eene hoogere temperatuur zal geheerscht hebben. Megatherium, Mylodon en andere fossiele zoogdieren, Elephas primigenius hier en in Noord-Azië, wijzen op een milder klimaat dan thans; en dat die wisselingen van temperatuur voor Amerika en Azië en zelfs voor Europa gelijktijdig en gelijkvormig waren, mag naauwelijks betwijfeld worden. — In die warmere tijdvakken dus *voor* en *na* den glacialen tijd konden planten van de gematigde zone zich langs den weg van straat Beering, de Aleutische en Kurilische eiland-reeksen versprei-

ıen, van den eenen continent naar den anderen. Waar de Ele-ıhas primigenius eenen weg vond konden het ook de planten loen. — De studie der fossiele planten in beide werelddeelen ıelooft hier nog veel opheldering. Salisburia adiantifolia, eene be-ende Chino-Japansche Conifere, wordt in Noord-Amerika in anti-:laciale lagen fossiel gevonden, even als in oostelijk Europa het Amerikaansche Taxodium. — Waarom het meerendeel der ge-neenschappelijke species aan de oostzijde van Amerika voorkomt, láár zich staande hield toen over het breeder en hooger gewor-len land de tegenwoordige lagere temperatuur zich ontwikkelde, ıangt ongetwijfeld zamen met de algemeene rigting der Isother-nen, waardoor aan de westzijde de genoemde plantensoorten ınder gelijke breedte niet konden blijven leven.

BIJVOEGSEL.

Species novae japonicae.

DIPSACUS LINN.

Dipsacus japonicus n. sp. Caulis parce aculeatus; folia lon-giuscule petiolata ovata, elliptica vel oblongata, praeter acumen breve serrata, in nervis et marginibus parce setulosa, inferiora simplicia, reliqua ad petioli apicem foliolo parvo utrinque aucta; capituli parvi phylla involucralia linearia acuta bracteis mem-ranaceis brevi-subcuneatis ex apice truncato villosulo longe ristatis (arista ciliata et pubera) subbreviora; involucellum ob-yramidato-tetragonum subglabrum coronula dense villosa; co-olla velutina. *D. piloso* LAM. accedit.

ILEX LINN.

1. *Ilex pedunculosa n. sp.* Glabra; folia longiuscule petiolata ɥata vel oblongo-ovata breviter acuminata integerrima, adul-

tiora coriacea, venis costalibus utrinque circiter octonis patulis; umbellae axillares et inferne laterales graciliter pedunculatae, pedicellis flore plus duplo longioribus; flores tetrameri; calycis glabri lobi acuti; petala rotundato-elliptica ima basi unita; stamina petalis paullo breviora; pedunculi pedicellique sub fructu valde elongati; drupae tetrapyrenae.

2. *Ilex subtilis n. sp.* Ramuli cum foliis utrinque et pedicelli calycesque patule pubescentes; folia e basi acuta lanceolata acuminata parvula, mucronibus patentibus serius subdeciduis distanter ciliato-serrata; pedicelli axillares 3—1 breves; calycis lobi 4 ovato-rotundati breves; petala elliptica basi subunita staminibus longiora; drupae 4-pyrenae?

3. *Ilex subpuberula n. sp.* Ramuli novelli tenere puberuli; folia breviuscule petiolata ovato-lanceolata vel sublanceolata in acumen apice obtusulum attenuata, mucronulato-serrulata, parvula; flores axillares pauci fasciculati brevissime pedicellati; calycis lobi 4 brevissimi triangulares ciliolati; drupae tetrapyrenae punctatae.

4. *Ilex argutidens n. sp.* Ramuli angulati cum foliis glabri, folia elliptica vel oblongo-elliptica breviter acuminata mucronato-serrulata, costulis utrinque 6—10; pedunculi axillares brevissimi umbellato-3—4-flori raro uniflori, pedicellis pedunculo longioribus florem circiter aequantibus; flores 5—4-meri; calycis brevissimi lobi rotundati; petala ovata basi connata stamina excedentia; drupae 4-pyrenae.

5. *Ilex Sieboldi n. sp.* Ramuli folia utrinque pedunculique pubescentes; folia elliptica vel lato- aut ovato-elliptica acuta vel breviter apiculata, dense mucronulato-serrulata, costulis utrinque 5—7; flores axillarês, aut e pedunculo communi 5—8 umbellatim pedicellati minores 4—5-meri, aut in aliis absque pedunculo axillares pauci usque solitarii 5—6- raro 4-meri maiores fertiles; calycis lobi ovati ciliolati; petala elliptica basi connata; stamina fl. maiorum corolla breviora; drupae 3—4-pyrenae.

6. *Ilex Buergeri n. sp.* Ramuli petiolique tenerrime puberuli; folia breviter petiolata elliptica oblongave acuminata serrulata

glabra, venis costalibus teneris; flores glomerato-axillares, glomerulis floribusque subsessilibus; bracteae ovatae ciliolatae; calycis lobi 4 obtusi ciliolati; petala ovalia basi subunita.

POLYGALA.

Polygala Sieboldiana n. sp. Annua erecta pauci-ramea praeter foliorum margines scaberulos glabra; folia alterna distantia petiolata lato- vel ovato-elliptica acuta vel obtusula mucronulata; racemi graciles unilaterales densiflori; bracteae deciduae, exterior cucullato-ovata longe cuspidulata pedicellum circiter aequans; flores parvi; sepala elliptica posticum paullo maius concavum; alae ovali-rotundatae; carina parum exserta apice bifidulo? minutissime pauci-papillosa, capsulae orbiculares apice bidentulae; semina pubera.

LONICERA Linn.

Lonicera gracilipes n. sp. Rami striati oppositi tenues iuniores cum foliis pubescentes; folia breviter petiolata superiora majora elliptica acutiuscula vel oblongo-elliptica utrinque obtusa vel raro apice subacuminata, novella ciliolata; pedunculi axillares vulgo solitarii folia aequantes vel in microphyllis duplo superantes sparse pilosi apice 1—2-flori, ovariis liberis; bracteae lanceolatae calyce longiores apice subciliatae dorsoque parce pilosae; calycis tubus glaber vel paucis pilis capitellatis, limbus patens subcampaniformis ore 5-sinuatus; corolla glabra basi leviter gibba, limbo subregulariter 5-fido. — Prope Jedo.

CLANDESTINA Tournef.

Clandestina japonica n. sp. Scapi dense bracteati; racemus cylindraceus vel abbreviatus spicato-densus, bracteis lanceolatis; calyx cylindraceo-subcampanulatus subaequaliter acute 4-dentatus, pilis patulis parce hirtellus; corollae tubus calyce longior, labium posticum galeatum erectum apice subtruncatum, antici demissioris trilobi lobi securiformi-semicirculares; antherae dorso ad basin hirtellae.

TOFJELDIA Huds.

Tofjeldia japonica n. sp. Folia radicalia pauca linearia acuta

6-nervia acie utraque ciliolato-scaberula; racemus interruptus, axi cum caulis parte superiore pedicellisque pilis brevibus obtusis rigidis patentibus partim glandulosis muriculato; flores plerumque terni pedicellis aequilongi; bracteae triangulares acutissimae cum lobis calyculi conformibus dorso deorsum papillosae, margine superne denticulato-ciliolatae; perigonii phylla glabra subaequilonga trinervia, exteriora oblongo-elliptica, interiora subspathulata, filamentis paullo breviora; ovarium glabrum, styli continui. — In montibus Nippon detexit KEISKE. — *T pubenti* DRYAND. accedit.

TRICYRTIS WALL.

1. *Tricyrtis japonica n. sp.* Caulis angulatus cum foliis utrinque pilis e glandula ortis hirtellus; folia conniventi-amplexicaulia elliptica vel oblonga 7-pli- 9-plinervia; flores axillares gemini vel terni et terminales pauci, illi absque pedunculo communi, pedicellis ima basi bracteolatis; sepala exteriora 7- fere 9-nervia dorso pilosula; ovarium glabrum; stylus inferne indivisus, superne in 3 ramos singulos profunde bifidos teretes papilloso-hirtellos apice laevi stigmatosos divisus.

2. *Tricyrtis macropoda n. sp.* Caulis gracilis patule puberus glabrescens; folia distantia e basi auriculato-cordata amplexicaulia ovato-oblonga vel sublanceolata (raro ovata) acute acuminata, 7-plinervia membranacea margine scaberula, juniora supra vix subtus in nervis pubera; pedunculi axillares solitarii terminalesque vulgo pauci bis dichotomi 4—6-flori glanduloso-puberi; ovarium glabrum angustum, stylo gracili, ramis 3 ipsius longitudine, fere ad ½ bipartitis filiformibus.

SMILAX LINN.

1. *Smilax Oldhami n. sp.* Inermis, ramis subteretibus vel striato-angulatis; folia cordato-lato-ovata ex apice acuto vel subobtuso mucronulata elineolata subtus reticulato-7-nervia nervis 3 fere 5 mediis ad apicem perductis; pedunculi fem. axillares solitarii umbellato-pauciflori, pedicellis pedunculo plus duplo brevioribus; ovula in loculis solitaria. — Petioli ½ poll longi, infra cirrhos vaginato-canaliculati; folia 4½—2½ poll.

longa; pedunculi pollicares. — In Archip. Coreano detexit OLDHAM (n. 887).

2. ***Smilax biflora* Sieb. *mss.*** Rami ramulique aculeati striato-angulati, haud raro sub angulo fere recto flexuosi; folia breviter petiolata (cirrhis ad mucronem reductis) exilia subrotundata vel elliptico-rotundata vel transverse latiora et tunc emarginata, omnia spinoso-mucronata, trinervia, nervis in mucronem continuatis, subtus prominentibus et reticulatis. — In Nippon.

3. ***Smilax Sieboldi* n. sp.** Rami ramulique subtetragoni aculeis tenuibus longiusculis patentissimis; folia alterna (petiolis infra medium alatis, cirrhis brevibus caducis) e basi leviter cordata medio cuneato-producta deltoideo-ovata vel ovata rarius infima rotundato-ovata, breviter mucronato-acuminata acutave, sub-5-vel 3-nervia, nervis 3 mediis usque fere ad apicem perductis, chartacea, pellucido-lineolata; umbellae fem. pedunculatae, pedunculo petiolum superante; baccae globosae monospermae. — Speciebus americanis, vid. *S. hispidae* MUEHL. manifesto affinis. — Petioli $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$, folia 3—$\frac{3}{4}$ poll. longa. — In hortis culta.

4. *Smilax trinervula* MIQ. Rami inermes teretiusculi flexuosi; folia alterna breviter petiolata (petiolo fere usque ad apicem alato ibique bimucronato) e basi acuta elliptica apice obtusulo brevi-mucronata, chartacea, elineolata, trinervia, nervis ad apicem perductis tenere reticulatis; flores.... — Internodia 4—6 lin., petioli 1 lin. longi; folia 1$\frac{1}{2}$—1$\frac{3}{4}$ poll. aequantia.

5. ***Smilax nipponica* n. sp.** Herbacea; folia alterna inferiora longe, superiora breviter petiolata (petiolis basi cirrhiferis) e basi lata subtruncata vel leviter retusa infima ovato-suboblonga reliqua pleraque ovato-lanceata mucronato-acuta. 5- raro sub-7- suprema sub-3-nervia, nervis 3 mediis ad apicem ductis, membranacea elineolata, subtus in nervis reticuloque pube brevi adspersa; pedunculi elongati petiolum duplo excedentes umbellato-pluriflori; perigonii masc. phylla linearia patentia staminibus longiora; antherae breves filamento breviores; baccae brevi-pedicellatae 4—6-? spermae. — *S. herbaceae* LINN. et *S. pedunculari* MUEHL. manifesto affinis, cum *Coprosmantho consanguineo*

KUNTH. conjungi haud posse videtur. Folia 3—4 poll. longa. — In sylvis ins. Nippon detexit KEISKE.

6. *Smilax higoënsis n. sp.* Rhizoma horizontale tenue teres nodosum fibrillis longis; caulis subherbaceus inermis inferne squamis paucis dissitis instructus, caeterum foliosus; folia alterna distantia (petiolis 1—½ poll. longis supra basin breviter vaginatam cirrhiferis) e basi auriculato-subhastato-truncata longe lanceata vel pleraque lanceato-linearia mucronato-acuta tota trinervia subtus transverse et reticulato-venosa, chartacea, glabra, elineolata, pellucido-puncticulata, 3—5-pollicaria. — In m. Kiuboo prov. Higo detexit KEISKE.

SUGEROKIA *nov. gen. Perigonii* corollini persistentis *phylla* 6 aequalia spathulato-oblonga, exteriora basi paullo angustiora. *Stamina* 6, imae eorum basi inserta, *filamentis* persistentibus, *antheris* lineari-oblongis bilocularibus baseos sinu profundo affixis, apice leviter emarginatis, loculis postice dehiscentibus. *Ovarium* profunde trilobum triloculare, loculis ex angulo centrali pluriserialiter multiovulatis, *ovulis* adscendentibus anatropis. *Stylus* ex ovarii sinu profundo centrali progressus gracilis, *stigmate* peltato-capitato conniventi-trilobulo, totus persistens. *Capsula* e tribus folliculis basi antice unitis, canali centrali interiecto, folliculis dorso et ventre dehiscentibus demum bivalvibus. *Semina* numerosa adscendenti-imbricata linearia subplana, *testa* laxe membranacea utraque extremitate in alam excurrente, *albumine* carnoso, *embryo* basilari exilissimo? — Herba e tubere solitarie egressa, ima basi foliosa apice subumbellato- vel racemoso-florida, *Helionopside* A. GRAY affinis, sed characteribus essentialiter diversa. — *S. japonica*, a MIZUTANI SUGEROK, celebri inter Japonenses naturae scrutatore, probabiliter in Japonia boreali detecta, vernali tempore florens.

ZYGADENUS MICHX.

Zygadenus (Synadeni §) *iaponicus n. sp.* Caulis teretiusculus foliosus praesertim inter flores pilis fasciculatis pubescens; folia inf. vaginantia, superiora multo minora linearia nervosa plana; racemus simplex vel basi compositus; pedicelli bracteam ovatam acutam vel superiorum sublanceolatam supe-

rantes; sepala lato-lanceolata sub-7-nervia parte circiter $\frac{1}{2}$ inferiore glanduloso-crassa cæterum membranacea; styli 3 patentes breves apice subincrassato stigmatosi; stamina perigonio $\frac{1}{2}$ breviora, antheris apertis clypeatis; capsula obverse oblonga apice divergenti-tricuspidulata stylisque quasi tricornuta; semina in singulo loculo 2—1 oblonga plana, testa pallida undique in alam subspongiosam dilatata. — In montibus Nippon.

HYDRILLA Rich.

Hydrilla japonica n. sp. Humilis pauciramea; folia inferiora alterna reliqua opposita vel pauci-verticillata, e basi amplexicauli linearia acuta uninervia minutissime serrulata vel integerrima; flores dioici?, spatha fem. axillaris sessilis tubulosa, perigonii tubus longe exsertus filiformis.

OTTELIA Rich.

Ottelia japonica n. sp. Folia cordato-ovata obtusa usque elliptico- vel lanceolato-oblonga, utrinque acuta, 7—5—3-nervia petiolo longiora; spatha angusta anguste alata alis paucis haud crispis; sepala lanceolata subpetaloidea (stamina pauciora quam 6?)

OVER HET

VERDWIJNEN EN ONTSTAAN

VAN

SOORTEN (*SPECIES*) IN HET PLANTENRIJK.

DOOR

H. C. VAN HALL.

De vraag over het verdwijnen van oude en het ontstaan van nieuwe *soorten* in het plantenrijk staat in naauw verband met de gevoelens der natuuronderzoekers over de meerdere of mindere standvastigheid, welke wij aan het denkbeeld *soort* (*species*), zoo in het dieren- als in het plantenrijk, toekennen. Bestonden alle soorten, welke wij thans hier op aarde zien, reeds toen de aardbol zijne tegenwoordige gedaante heeft aangenomen, of zijn er eenige verloren gegaan en andere weder bijgekomen? Ik meen het laatste te moeten aannemen, althans hoogst waarschijnlijk, en grond mij daarbij op het volgende, waarbij ik voor een gedeelte gebruik heb gemaakt van eene onlangs, in 1865, te Munchen uitgekomen rede van Dr. CARL NÄGELI, onder den titel van *Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art.*

I. De overblijfselen eener *vroegere*, zoo als men zegt *voorwereldlijke*, orde van zaken op deze onze aarde bewijzen, dat er weleer planten en dieren bestaan hebben, welke men nu niet meer in den levenden toestand kent, en dat er hierbij eene opklimming van min volkomene tot meer volkomene vormen wordt waargenomen. Neemt men nu aan, zoo als LYELL dit voor de Geologie duidelijk gemaakt heeft, dat dezelfde wetten, die vroeger geheerscht hebben, ook thans nog aanwezig zijn, maar dat er natuurlijk andere planten en andere dieren op deze onze

aarde moesten bestaan, toen er een andere graad van warmte en andere uitwendige invloeden, dan thans, werkzaam waren; dan is het verdwijnen van eenige en het ontstaan van andere soorten reeds als bewezen aan te nemen.

Vele in vroeger tijden bestaan hebbende dieren en planten toch zijn verdwenen. Van de gansche rijke vegetatie van het steenkooltijdperk is geen enkele soort nog heden ten dage op de aarde aanwezig. Nieuwe vormen zijn geboren; doch men vindt van alle thans bestaande soorten geene vroeger dan in het *tertiaire* tijdvak. Doch, zoo wij de *fossiele* planten ter zijde laten, dan ontstaat de vraag en deze is meer het eigentlijk onderwerp mijner rede: „wat heeft er te dezen aanzien in het *historisch* tijdvak plaats gehad en wat geschiedt er nog heden ten dage?

II. *A priori* wordt het reeds waarschijnlijk, dat het geval zal kunnen plaats hebben, dat eene plantsoort, door andere dáár weliger groeijende soorten verdrongen, in eene streek geheel verdwijnt. Als dit op *ééne* plaats geschiedt, waarom zoude het dan ook niet op andere plaatsen kunnen gebeuren? Zoo dit *overal* heeft plaats gehad, is de plant van de aarde verdwenen. Immers er ontstaan jaarlijks *veel meer* planten dan de aarde bij mogelijkheid zoude kunnen voeden, veel meer dan waarvoor ruimte is. Alleen de sterkste en gelukkigst geplaatste individu's van eenige soort blijven over en verdrijven de andere ten laatste geheel. Maar ook vele soorten, elkander dikwijls in aard en eigenschappen vrij nabij komende, verdringen elkander; en zoo kan het gebeuren, dat eene soort in eene landstreek geheel en al te loor gaat. Er zijn vele voorbeelden van dien aard aan te wijzen. Volgens NÄGELI (t. a. pl., p. 35) zijn eenige *Cycadeën* nog in historischen tijd uitgestorven; maar van vele plantsoorten gaat de vermindering ook thans nog zoo snel voort, dat het hoogstwaarschijnlijk is, dat zij ras geheel van de aarde verdwenen zullen zijn. Was het verandering van klimaat en van andere uitwendige omstandigheden, die vele planten der voorwereld deden uitsterven, thans is het vooral de mensch, die de oppervlakte der aarde eene algeheele verandering doet ondergaan. Heidevelden verdwijnen en daarmede een aantal planten die alleen op de heide voorkomen. Wanneer alle heidevelden

in Europa voor den jaarlijks over zoovele bundertallen zich uitbreidenden landbouw verdwenen zijn, zal men geene *Drosera's*, geen *Orchis maculata* en zoovele andere aan deze gronden alleen eigene soorten in Europa meer aantreffen. Op hoevele plaatsen zien wij nu reeds de rogge, aardappelen en de daar tusschen voorkomende onkruiden, korenbloemen, muggepoot of pluimgras (*Agrostis spica venti*), *Polygonum Persicaria* en andere de plaats innemen der *Erica's Polygala*, *Narthecium* en andere van welke op de bouwlanden meest geen enkel spoor meer overblijft.

In vele jaren in de heidestreken van het oosten van Friesland niet geweest zijnde, wilde ik in den afgeloopen zomer de mij van vroeger welbekende Bergummer heide met eenige mijner leerlingen opzoeken, maar ik zocht de gansche heide en al de daarop eigenaardig voorkomende gewassen te vergeefs. Alles was in bouwland, weide en bosch veranderd, met uitzondering van een zeer klein plekje, dat ik door hulp van een gids nog opspoorde en waar dan ook dadelijk de aan de heidevelden zoo geheel eigene vegetatie in het oog viel. Zoodanige opmerkingen kan men op vele plaatsen maken. Het droogmaken van meeren, het uitroeijen van bosschen moet diergelijke gevolgen hebben.

De *waternoot* (*Trapa natans*) die, volgens NÄGELI (p. 36), tijdens het bestaan der paalwoningen in Zwitserland algemeen verbreid was, is daar nu nog maar in ééne enkele sloot (*Teich*) aanwezig. DE GORTER noemt haar in zijne *Flora VII Provinciarum*, p. 44, als in vijvers en stilstaande zoete wateren op sommige plaatsen in Nederland voorkomende; maar ik weet niet, dat zij bij ons door één kruidkundige — en er waren velen die ons kleine land zorgvuldig en op velerlei wijzen doorzocht hebben — in de 19de eeuw wedergevonden is. Het laatst geldt mede van *de marentakken* of *vogellijm* (*Viscum album*), die door DE GORTER, p. 265, als groeijende op verschillende soorten van boomen bij Amsterdam, Haarlem en Dordrecht vermeld is, en welke zeer in het oog vallende plant niet zoo ligt, als de waternoot, kan worden voorbijgezien.

Iris foetidissima aan de vaart tusschen Leiden en Haarlem (DE GORTER, t. a. pl., p. 11); *Sideritis hirsuta*, bij de wegen en

paden (DE GORTER, p. 156) en *Ophrys cordata* in de duinvalleijen achter Overveen bij Haarlem (DE GORTER, p. 237), schijnen hier niet meer te groeijen. Ik spreek nu niet van soorten, welke welligt vroeger met andere verward zijn en die dus hierbij niet in aanmerking komen; maar verscheidene zijn stellig uit Nederland verdwenen, zonder dat wij de oorzaak daarvan met genoegzame zekerheid kunnen nagaan.

Ook buitenslands zijn voorbeelden van vermindering, b. v. van de *hulst* in Zweden, die daar zijn ondergang te gemoet schijnt te gaan (NÄGELI, p. 36). De *ceders* van den Libanon verminderen zeer aanmerkelijk, en van de vroeger in Afrika zoo veelvuldige boomen uit het geslacht *Encephalartos*, vindt men nog maar enkele zeer oude stammen overgebleven (NÄGELI, p. 35). Met het verminderen van eenige planten moet de vermeerdering van andere gepaard gaan en met het verdwijnen van eenige soorten het ontstaan van andere, waarvan ik nu de waarschijnlijkheid zal trachten aan te wijzen.

III. Laat ons eerst nagaan, welke vermeerdering van soorten in eenige landstreek tegen de vermindering van andere overstaat, en welke vermeerdering dus tot het verdringen en doen verdwijnen van andere aanleiding moet geven. Niet alleen dat granen, wortelgewassen, vlas, klaver en andere bouwplanten en boomen de planten der heiden en veenen verdreven hebben; verscheidene planten zijn als onkruiden met en tusschen die bouwplanten naar andere oorden overgebragt en hebben soms eene allerbelangrijkste uitbreiding verkregen. De *korenbloem* (*Centaurea Cyanus*) is nog voor weinige jaren in Klein-Azië gevonden tusschen en met de daar oorspronkelijk in het wild groeijende rogge *), met welk graan zij dus waarschijnlijk overal verspreid zal zijn; met de gewone boekweit zal de *wilde* of Tartaarsche boekweit waarschijnlijk herwaarts zijn overgevoerd; van het vlas is het *dederzaad* bijna overal de trouwe gezellin; eene soort van *Orobanche*, *O. minor*, vroeger hier onbekend, is welligt te gelijk met het zaad der roode klaver naar Nederland overgebragt. In Vlaanderen was zij reeds voor lang bekend on-

*) *Tijdschrift voor Nijverheid*, XV (1852), bl. 20—21.

der den naam van *priemen*. In de laatste jaren is zij gezien bij Zeist, maar vooral in Gelderland, onder Zevenaar, waar zij, wegens de verwoestingen die zij aanrigt, de *klavervreter* genoemd wordt. Weleer was er geene lelie in het wild in ons vaderland bekend. In de laatste jaren echter is de *oranje lelie* (*Lilium bulbiferum var. croceum*) in het oosten en noorden van Drenthe zoo algemeen geworden, bepaaldelijk bij Zuidlaren, Gieten enz., dat de velden winterrogge hierdoor vaak op een afstand een geheel roodachtig aanzien verkrijgen *).

Vroeger hier dikwijls gekweekte planten schijnen werkelijk verwilderd te zijn; zoo als het zoogenaamde *theeboompje* (*Spiraea salicifolia*) en de hier en daar voorkomende *Narcissus Pseudo-narcissus* en *N. poëticus*. De *Elodea canadensis*, oudtijds hier geheel onbekend en welke men zelfs te vergeefs zoekt in het in 1862 uitgekomen *derde* deel der *Flora van Nederland*, door den Hoogl. C. A. J. A. OUDEMANS, is, waarschijnlijk van elders aangevoerd, bij Utrecht, 's Graveland, Nijmegen en elders zoo algemeen geworden, dat zij aan den afvoer van het water en aan de scheepvaart zeer hinderlijk is. Bij Nijmegen zag ik haar in inhammen van de rivier de Waal, overal alzoo waar de stroom minder sterk of het water minder diep is, en in een kanaal naar de zijde van Persingen zoo overvloedig, dat zij tot varkensvoeder en grondbemesting veel gebruikt wordt en de scheepvaart op kleinere kanalen werkelijk belemmert. De kundige botanicus ABELEVEN te Nijmegen maakte mij opmerkzaam, en ik vond dit later bevestigd, dat daar alleen de vrouwelijke plant van dit dioecisch gewas voorkomt.

Hebben zoodanige van elders overgebragte planten eene groote verandering in de vegetatie van deze en andere oorden te weeg gebragt, de veranderingen, welke in de kultuurplanten zelve plaats hebben, maken het ontstaan van nieuwe soorten hoogst waarschijnlijk. Wij zien door verschil van grond en lucht en water en andere uitwendige, ons vaak onbekende oorzaken, door bastaard-bevruchting en vooral door lang op dezelfde wijze voort-

*) *Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akademie. Afd. Natuurkunde*, VIII (1858), bl. 18.

gezette kweeking *verscheidenheden* ontstaan, welke eene mindere of eene meerdere mate van standvastigheid bezitten, doch welke standvastigheid ten laatste zoo groot wordt, dat vroeger onbekende vormen in hunne nieuwe gedaante zich zelve gelijk blijven, zich door *zaad* vermenigvuldigen en eene zeer groote mate van vastheid krijgen. De dagelijksche ondervinding leert, dat de eene verscheidenheid standvastiger is dan de andere.

Er zijn variëteiten, welke niet van *uitwendige* invloeden afhangen; blijkbaar onder anderen ook daaruit, dat de oorspronkelijke en de veranderde vorm menigmaal naast elkander, in volkomen gelijke uitwendige omstandigheden, toch onderscheidentlijk blijven bestaan. Fries *) noemt zoodanige, niet van uitwendige invloeden afhangende variëteiten *subspecies*.

Waarom zoude die standvastigheid niet zoo ver kunnen gaan, dat zij ten laatste even groot werd als de standvastigheid eener *soort?* In dit laatste geval is er geen kenmerk aan te wijzen, waarom wij eenen vorm, die even standvastig is als eene *soort*, ook niet eene soort zouden noemen. Zwakke verscheidenheden zullen te loor gaan, evenals eenige *bastaarden* (*hybridae*), die in vele gevallen zwakker zijn dan de vaderlijke of moederlijke plant, uit welke zij geboren zijn. Doch, even als er verscheidenheden zijn, aan wie eene meer gezonde en krachtige natuur eigen is, zoo kunnen er ook bastaarden zijn, aan welke, om dezelfde reden, een langer bestaan verzekerd is, ja die ten laatste tot den rang van wezentlijke soorten kunnen opklimmen. Zijn er alzoo redenen, waardoor plantenvormen van het tooneel des aardrijks verdrongen worden, er zijn ook redenen, waardoor aan nieuwe vormen het aanzijn gegeven wordt.

Bij de vorming van verscheidenheden ziet men dikwijls eerst vele tusschenvormen, van welke er echter eenige, zwakker van aard zijnde, weder te loor gaan, zoodat, als die tusschenvormen verdwenen zijn, de krachtiger en wel onderscheiden vormen overblijven. Daarom spreekt men van betere en minder goede soorten, naarmate er minder of meer tusschenvormen bij voorkomen.

---

*) Zie MOHL und SCHLECHTENDAL, *Bot. Zeitung*, 1846, p. 346—347.

Stel dat een zamenloop van *eigenaardige*, uitwendige omstandigheden in lucht, grond enz. op eene enkele plek te zamen komen en dat eene van elders aangebragte of toevallig aldaar verspreide verscheidenheid of een welligt op de plaats zelve geboren bastaard voor dien eigenaardigen zamenloop van omstandigheden volkomen geschikt is, en meer dan de vroeger aldaar inheemsche planten, zal deze nieuwe vorm zich dan daar niet bovenmate ontwikkelen, en, steeds in dezelfde omstandigheden blijvende, jaarlijks eene grootere mate van standvastigheid erlangen? Hieruit is het welligt mede verklaarbaar, dat enkele soorten slechts op *eene enkele* plaats op aarde gevonden worden, en dit niet nieuw ontdekte of in nog weinig bezochte landstreken gevondene, maar sinds jaren bekende planten, en die in sinds lang welbekende oorden aangetroffen worden. Zoo is *Wulffenia carinthiaca* tot dusver alleen in een dal in Karinthië, *Hypericum balearicum* op het eiland Majorka, *Genista aethnensis* op den berg Etna, *Cytisus nubigenus* op den top van den Piek van Teneriffa, en nergens elders, zoover ik weet, opgemerkt. Hieruit eindelijk is welligt ook de zoo geheel eigenaardige vegetatie van Nieuw Holland, voor een gedeelte althans, te verklaren.

In het dierenrijk zien wij mede variëteiten, waarvan de eene standvastiger is dan de andere, en het echte *volbloed* der veehouders munt door eene groote mate van standvastigheid en grooteren erfelijken invloed uit. De *erfelijkheid* werkt en bij plant en bij dier tot de vaststelling van nieuwe vormen grootelijks mede.

Erfelijke verscheidenheden of *rassen* noemen wij in het plantenrijk dezulke, die zich ook bij de gewone bevruchting door *zaden* vermenigvuldigen. *Rassen* en *soorten* verschillen alleen in graad van standvastigheid, even als *rassen* weder meer standvastig zijn dan verscheidenheden. Waarom zoude de standvastigheid, even als zij opklimt van *verscheidenheid* tot *ras*, ook niet evenzoo kunnen opklimmen van *ras* tot *soort?*

In onze gewone *Lysimachia vulgaris* zien wij planten met tegenovergestelde en andere met gekranste, 3- en 4-tallige bladen. Het zoude mogelijk zijn, dat hieruit eenmaal 3 soorten

als met tegenovergestelde, 3-tallige en 4-tallige bladen in eene opvolgende reeks van planten standvastig werden. Onder de gekweekte planten zien wij rassen, jaren, ja eeuwen lang steeds op dezelfde wijze aangekweekt, eene groote mate van vastheid verkrijgen; ja, ik houd het er voor, dat sommige oorspronkelijke soorten verdwenen en thans welligt door andere soorten, vroeger rassen, vervangen zijn; even als in het dierenrijk de oorspronkelijke stamsoort van het *schaap* thans te vergeefs gezocht wordt. Op eene plek in den Hortus te Groningen, waar vroeger *Papaver orientale* en *Pap. bracteatum*, beide wel onderscheidene soorten, groeiden, zijn deze verdwenen, en een nieuwe vorm in de plaats getreden en sinds jaren in stand gebleven, welke het midden houdt tusschen de twee genoemde soorten. Sinds meer dan 20 jaren kweek ik in den landhuishoudelijken tuin te Groningen, onveranderd door zaad voortgeplant, een bastaard, ontstaan uit de *zesrijige Gerst* (*Hordeum hexastichon*) en de *gewone* (*Hordeum vulgare*), welke ik *Mariagerst* genoemd heb en welke steeds het midden blijft houden tusschen de twee eerstgenoemde soorten.

Duidelijke bewijzen van *erfelijkheid* zien wij ook daarin, dat soms monsterachtige vormen zich door zaad voortplanten. Bekend is dit van een *Digitalis purpurea* met eindelingsche klokvormige bloemen *); van een *Papaver officinale* met kleine vruchtbeginsels, soms tot 50 of 60 toe, op de plaats der meeldraden, rondom het groote natuurlijke vruchtbeginsel geplaatst, zoo zelfs dat GOEPPERT bij Breslau een geheel veld Papavers, uit zulke monsterachtige bloemen bestaande, heeft gezien en de plant door zaad geregeld heeft vermeerderd †). Standvastig vooral in dit opzigt is de te Groningen zoogenaamde *ekkelkool*, eene verscheidenheid der gewone boerenkool (*Brassica oleracea, acephala* DC.), bij welke schier uit elken vaatbundel op het bovenvlak des blads kleine takjes en bladeren uitgroeijen. Sinds

*) G. VROLIK, *Het Instituut*, 1842, bl. 258—266, met afbeelding, en bl. 321—326; verg. 1845, bl. 110—117, met afbeelding.

†) DECANDOLLE, *Organographie*, pl. 39, fig. 8; MOHL und SCHLECHTENDAL, *Bot. Zeitung*, 1850, p. 514 en 664.

vele, wel 15—16 jaren, kweek ik die plant en zij blijft steeds dezelfde, nooit anders dan door zaad vermenigvuldigd wordende *).

De ontzaggelijk groote vermeerdering van het aantal soorten in de laatste jaren heeft *zeer* de aandacht getrokken. Geen landstreek, vooral in warme landen, wordt door bekwame kruidkundigen bezocht, of een aantal nieuwe soorten, honderden soms, worden er aan de wetenschappelijke wereld medegedeeld. Britsch Indië, Java, Sumatra, Guyana leveren daarvan sprekende voorbeelden. Het aantal der over de gansche aarde beschrevene *Leguminosae* is van 1825 tot 1846 verdubbeld; de *Orchideae* zijn in slechts 8 jaren (van 1840 tot 1848) vermeerderd van 1980 tot 3545 soorten †). Dit laatste is zeker aan meerdere kennis van die planten bij de kruidkundigen toe te schrijven; maar, daar de vermeerdering der soorten zoo algemeen en in alle afdeelingen van het plantenrijk opgemerkt wordt, ontstaat het vermoeden, dat vele van deze nieuwe soorten ook inderdaad van nieuwere herkomst zullen zijn en dat op deze niet toepasselijk is de bepaling, welke LINNAEUS van eene soort geeft: *Species tot numeramus, quot diversae formae in principio sunt creatae* §).

Dat de bastaard-bevruchting hierbij in aanmerking komt, maak ik op uit de omstandigheid, dat in geslachten, waarvan slechts zeer weinig soorten bestaan, b.v. *Secale*, *Cannabis*, *Humulus*, niet alleen weinig kultuursverscheidenheden, maar ook zeer zelden nieuwe soorten ontdekt worden. In talrijke geslachten daarentegen, b.v. *Triticum*, *Pisum*, *Phaseolus*, zijn vele kultuurs-verscheidenheden bekend en komen er nog dikwijls nieuwe voor den dag. Evenzoo neemt in oorspronkelijk reeds talrijke geslachten het aantal soorten zoo geweldig toe, dat zij dikwijls

---

*) In den *Prodromus* van DECANDOLLE I, p. 218 is deze vorm nog niet vermeld. — PAQUET vermeldt mede een monsterachtigen vorm van *Pisum sativum*, die door zaad in stand blijft. Zie MOHL und SCHLECHTENDAL, *Bot Zeitung*, 1847, p. 815.

†) A. VON HUMBOLDT, *Natuurbeschouwingen*. Leiden, 1850, II, bl. 112.

§) *Philosophia botanica*, § 157. Verg. ook de Aanteekeningen van C. SPRENGEL, op deze § in zijne uitgave der *Philosophia botanica*. Tornaci. 1824.

tot honderden stijgen, b.v. *Senecio* (ruim 700), *Solanum* (ruim 900), enz. enz. Vandaar ook de verbreeding der *phrases specificae*, die thans waarlijk niet meer uit 12 woorden, naar het voorschrift van LINNAEUS, bestaan, maar dikwijls op geheele beschrijvingen gelijken.

Geen wonder dan ook, dat er bij vele kruidkundigen zoo groot verschil bestaat in het aantal soorten, hetwelk zij in een en hetzelfde geslacht aannemen. De soorten van *Rubus*, *Hieracium* en *Aconitum* zijn in dit opzigt ware *cruces botanicorum*. Volgens NÄGELI (t. a. pl. p. 32) heeft men uit de in Duitschland in het wild groeijende vormen van *Hieracium* 300 soorten onderscheiden; FRIES telt er 106; KOCH 52. Er zijn er, die er naauwelijks 20 aannemen. PH. J. MÜLLER heeft de om Weissenburg groeijende Rubus-vormen gebragt tot 60 soorten. In het geslacht *Sphagnum* telt HEGETSCHWEILER slechts ééne, BRIDEL 24 soorten *). Zoodanige voorbeelden waren er meer aan te voeren.

Ik spreek nu nog niet eens van de *honderden* vormen van gekweekte planten, en van de steeds weder op nieuw verrijzende vormen van Rozen, Dahlia's, Calceoloria's, Hyacinthen, de zoogenaamde *conquesten* der bloemkweekers enz.

Hier komt eindelijk nog bij, dat vele gewassen, ook in den wilden toestand, zich op eene andere wijze dan door zaden vermenigvuldigen, zoodat ook eene eerst toevallig ontstane variëteit duurzaam in stand kan blijven, b.v. de hierboven genoemde *Elodea canadensis*, vele *Potamogetons*, en landplanten, die zich door wortelspruiten, bollen, knollen, enz. vermeerderen. De welbekende *Ficaria ranunculoïdes* bloeit jaarlijks in grooten overvloed, maar vormt nooit rijpe vruchten †).

Men heeft getwist of de *kroeze Munt* onzer tuinen, de *Mentha crispa*, uit *M. aquatica* (volgens DECANDOLLE), *M. piperita* (volgens MIQUEL), *M. sylvestris* (volgens OUDEMANS) of uit *Mentha rotundifolia* ontstaan zoude zijn, maar, van welke herkomst dan ook, thans schijnt zij mij eene standvastige soort,

*) FÜRNROHR, in *Bot. Zeitung*, 1833, p. 21.

†) PAYER, *Elements de Botanique*, I, Paris, 1857, p. 230.

die zich gemakkelijk en overvloedig vooral door hare wortelspruiten vermeerdert.

Zoo meen ik dan in het kort te hebben aangetoond, dat niet alleen onder de *fossiele* plantenvormen vele verdwenen en andere nieuw bijgekomen zijn; maar dat het ook hoogstwaarschijnlijk is, dat ook nu nog plantenvormen van deze onze aarde verdwijnen en zeker althans, dat er nieuwe vormen geboren worden, waarvan de eene standvastiger blijkt te zijn dan de andere; terwijl eindelijk bij sommige die standvastigheid zoo groot wordt, dat er geene reden is om deze niet als *soorten* te beschouwen, en alzoo aan te nemen, dat de reeks der vormsveranderingen en het ontstaan van soorten in het plantenrijk nog geenszins gesloten is.

Groningen, 9 Nov. 1866.

OVER DE

DAGELIJKSCHE BEWEGING VAN DEN BAROMETER TE GRONINGEN,

OPGEMAAKT UIT DE AANWIJZINGEN VAN DEN BAROGRAAPH, VAN DECEMBER 1851 TOT NOVEMBER 1861.

DOOR

J. W. ERMERINS.

Hoe onregelmatig de dagelijksche beweging van den barometer op hooge breedten ook schijnen moge, toch kan men dáár nogtans, na lang voortgezette waarneming, den geregelden gang van dit instrument even goed outdekken als nader bij de linie; en het is inderdaad opmerkelijk, hoe langzamerhand de onregelmatigheden meer en meer verdwijnen, naarmate men een grooter aantal waarnemingen met elkander vergelijkt. Ziet men b.v. op de bewegingen van den barometer voor enkele dagen, zoo zal men bemerken, dat hij op den eenen dag rijst, waar hij op den anderen daalt; en tusschen de hoogste en laagste standen op die dagen is doorgaans niet de minste overeenkomst te ontdekken. Vereenigt men echter de dagelijksche standen voor ééne maand, dan begint men reeds in de bewegingen van het instrument eene zekere regelmaat te zien; die duidelijker wordt, als men op die wijze dezelfde maand voor eenige jaren bijeenbrengt. Maar als men nu verder gaande, de maanden tot de jaargetijden, of de gemiddelden van de maanden van verschillende jaren tot een geheel brengt, dan vindt men een bepaalden gang bijna zonder sprongen.

Zoo ergens, dan heeft men hierin een duidelijk voorbeeld van de wijze, waarop men uit verspreide, op zich zelf staande

waarnemingen kan opklimmen tot natuurwetten. Het toevallige wordt daardoor geëlimineerd, en langzamerhand wordt de natuurwet ons duidelijker. Zij komt onmiskenbaar te voorschijn, en daardoor wordt ons de weg tot hare verklaring gewezen. De geschiedenis der natuurwetenschappen geeft ons menig voorbeeld van zulk een resultaat.

Op die wijze dan ten aanzien van de dagelijksche beweging van den barometer te werk gaande, heeft men de periodiciteit dier beweging ook altijd duidelijk opgemerkt: zoodat omtrent het verschijnsel op zich zelf geen twijfel meer bestaat, en men met KÄMTZ zeggen kan, dat hij, die dit verschijnsel nog door meerdere proeven zou willen aantoonen, ettelijke jaren te laat komt. Alleen moet men nog voor verscheidene plaatsen de bijzonderheden dier periodiciteit nagaan; en voor verschillende breedten, ligging, enz. der standplaatsen, de tijden der keerpunten in de jaargetijden, de grootte der schommelingen en andere omstandigheden nader leeren kennen.

Hiertoe wordt uit den aard der zaak een groot aantal waarnemingen, op korte tijden na elkander gedaan en vrij langen tijd voortgezet, gevorderd; en het is voornamelijk door het gemis hieraan, dat dit verschijnsel in zijne bijzonderheden nog voor betrekkelijk weinig plaatsen bekend is. Het is ook ligt te begrijpen, dat weinige natuurkundigen zich geneigd gevoelen om hunnen tijd en moeite te besteden aan waarnemingen, zoo eentoonig en weinig aanlokkelijk, als die van den barometer; alleen om die bijzonderheden, in de hoofdzaak reeds vrij goed bekend, nader te kunnen aanwijzen. Waarschijnlijk zou men daarvan dan ook weinig meer vernemen, zoo niet de zelf-registrerende meteorologische toestellen een middel hadden aan de hand gegeven, om de waarnemingen zonder groote moeite of inspanning te vermeerderen.

Sedert 1851 zijn bij het Kabinet der Hoogeschool eenige zelf-registrerende meteorologische instrumenten in werking, wier uitkomsten worden bijeengebragt en bewaard. Zij zijn door den bekenden mechanicus C. BECKER, toen te Arnhem wonende, op eenige aanwijzingen, voor een groot deel naar eigen vinding zaamgesteld. Hunne mechanische inrigting is, in het algemeen genomen, zeer eenvoudig, en de ondervinding heeft

geleerd, dat zij, met eenig toezigt, geregeld gaan; waarom zij dan ook voor meteorologische observatiën, waar men slechts over weinig ruimte en een klein personeel beschikken kan, zeer doelmatig zijn, en wel verdienden meer gebruikt te worden.

Die toestellen zijn een zelf-registrerende barometer en thermometer, wier aanteekeningen door hetzelfde uurwerk worden verkregen; en een andere toestel voor de zelfteekening van de rigting en de kracht van den wind en den regen.

Om het voordeel dezer instrumenten eenigzins te beoordeelen, heb ik mij voorgesteld uit de aanwijzingen van den barograaph de dagelijksche beweging van den barometer voor Groningen zoo mogelijk op te maken. Het was mij dus hier wel te doen dit verschijnsel voor deze standplaats te leeren kennen, maar ook (en dat niet in de minste plaats) om te weten of die toestel op den duur aan het voorgestelde doel beantwoordt.

Ik begin met eene korte beschrijving van den toestel. Op het kwik in den korten arm van een hevelbarometer rust een ivoren drijver, die de beweging van het kwik aan een hefboom overbrengt. Daartoe hangt hij aan den korten arm van dien hefboom, door middel van een roostercompensatie-toestel, bestemd om zooveel mogelijk de correctie voor de temperatuur van het kwik te bewerkstelligen. Aan den anderen arm van dien hefboom is een potlood of stift geplaatst, dat op een verticalen cylinder rust; en terwijl deze door een uurwerk om een verticale as bewogen wordt, geeft die stift daarop horizontale strepen. De toestel is zoo ingerigt, dat de stift zesmaal in het uur van den cylinder vrijgemaakt, en even zooveel malen daartegen gedrukt wordt. Bij de omwenteling van den cylinder verkrijgt men dus in elk uur zes streepjes; terwijl in de tusschentijden alles geheel vrij is, en de beweging van het kwik zonder tegenstand aan de stift overgebragt wordt. De cylinder wentelt in het etmaal eenmaal om. Daarop zijn 24 verticale bogen getrokken voor elk uur, en horizontale lijnen, de waarde hebbende van een halven millimeter voor den stand van den barometer. Oorspronkelijk was de cylinder door BECKER zoo ingerigt, dat de potloodstreepjes dagelijks afgewischt moesten worden, nadat de aanwijzingen waren afgeschreven. Bij het her-

stellen van den cylinder, die door het lang gebruik afgesleten was, is om verschillende redenen die inrigting veranderd; en wordt een blad wit papier op den cylinder gehecht, waarop nu de aanteekeningen in roode inkt geschieden. Dit wordt dagelijks afgenomen en door een ander vervangen. Omdat nu evenwel de lijnen voor de uren en de waarde der aanteekeningen ontbreken, heeft de mechanicus DEUTGEN, amanuensis bij het physisch kabinet, naar eigen idee een toestel gemaakt, waardoor de noodige lijnen in korten tijd getrokken worden. Door deze inrigting heeft men het voordeel, dat nu alle aanteekeningen bewaard blijven, terwijl vroeger alleen bewaard bleven de aanteekeningen, die men had overgenomen, hetgeen zich bepaalde tot die van elk vol uur. Men mist nu echter de getallen, die men anders dagelijks opschreef.

Allereerst moest derhalve onderzocht worden, of de aanwijzingen van den barograaph met die van den standaard-barometer overeenkwamen. In den beginne was de toestel zoo geregeld, dat de hoogte door den barograaph aangewezen, zoo nabij mogelijk tot die van den barometer kwam. De maker had echter niet gerekend op zeer hooge standen, die men nu en dan hier waarneemt. Daardoor kwam het potlood somtijds (hoewel hoogst zeldzaam) boven den cylinder en teekende niet meer. Dit nadeel werd in 1854 weggenomen, door eenvoudig het nulpunt van den barometer iets te verhoogen. Er werd namelijk toen zooveel kwik bijgevoegd, dat de barograaph omstreeks 4.$^{m.m.}$5 lager wees. Het kwam trouwens bij den barograaph niet zoozeer aan op de absolute waarde van de aanwijzingen; maar alleen of het verschil tusschen deze en de standen van den barometer zich gelijk bleven. Het bleek toch al zeer spoedig, dat hoe doelmatig ook de zelf-registrering was ingerigt, de waarnemingen van den gewonen barometer niet geheel gemist konden worden. De waarnemingen van den standaard-barometer onafgebroken driemaal daags voortgezet op de bepaalde uren van 8^u sm., 2^u 's nam. en 8^u 's avonds hebben tot correctie gediend.

De vergelijking van de standen der twee genoemde instrumenten is op de volgende wijze geschied. Nadat eerst van December 1851 tot November 1861 d.i. voor 10 meteorologische jaren de gemiddelde standen voor elk uur van het etmaal, voor

elke maand van elk jaar afzonderlijk bepaald waren, zijn voor de drie uren van waarneming van den standaard-barometer de gemiddelde standen insgelijks voor elke maand van elk jaar afzonderlijk opgemaakt. Hieruit bleek al spoedig, dat voor elke maand afzonderlijk die verschillen voor de drie uren bijna constant waren; zoodat, als weder de gemiddelden van die drie verschillen genomen werden, de stand van den barograaph tot dien van den barometer zonder merkbare fout kon herleid worden. Hierdoor werd de bewerking zeer vereenvoudigd, en had men slechts voor elke maand bij elke waarde van den barograaph het getal op te tellen of daarvan af te trekken, dat als het gemiddeld verschil gevonden was. De uitkomsten hierdoor verkregen, voldeden goed aan de verwachting, en meer dan eens zijn fouten in de bepaling van de gemiddelden van den barograaph ondekt, doordat het verschil tusschen die waarden en die van den barometer te groot bevonden waren. De aldus gereduceerde of verbeterde waarden van den barograaph zijn derhalve als de standen van den barometer beschouwd, van welke zij ongetwijfeld oneindig weinig verschillen. Men mag dus zonder merkbare afwijking van de waarheid stellen: dat de dagelijksche beweging van den barometer te Groningen opgemaakt is uit de standen van den standaard-barometer gedurende tien jaren, elk uur onafgebroken waargenomen.

Deze alzoo gevonden gemiddelden zijn de volgende:

DAGELIJKSCHE BEWEGING VAN DEN BAROMETER IN DE VERSCHILLENDE [illegible]
OPGEMAAKT UIT DE GEMIDDELDEN VAN 10 JAREN, VAN DECEMBER 1851 TOT NOVEMBER 1861 INGESLOTEN.

	December.	Januarij.	Februarij.	Maart.	April.	Mei.	Junij.	Julij.	Augustus.	September.	October.	November.
12 u.	758.869	759.344	759.411	759.781	759.815	758.675	759.452	759.622	759.261	759.878	758.760	759.496
1	58.768	59.266	59.265	59.775	59.690	58.601	59.146	59.513	59.115	59.808	58.647	59.397
2	58.765	59.251	59.163	59.623	59.562	58.481	59.031	59.399	59 016	59.685	58.521	59.343
3	58.742	59.195	59.097	59.469	59 495	58.442	58.815	59.281	58.870	59.569	58.381	59.246
4	58.685	59.058	59.018	59.390	59.442	58.284	58.825	59.227	58.782	59.450	58.318	59.175
5	58.629	58.939	59.021	59.325	59.394	58.389	58.857	59.225	58.807	59.451	58.332	59.182
6	58.639	58.889	59.056	59.401	59.481	58.498	58.944	59.334	58.934	59.551	58.367	59.191
7	58.722	58.986	59.174	59.505	59.558	58.685	59.065	59.418	58.992	59.673	58.505	59.306
8	58.908	59.112	59.384	59.612	59.639	58.787	59.097	59.517	59.113	59.811	58.648	59.502
9	59.095	59.283	59.486	59.657	59.698	58.774	59.133	59.569	59.203	59.964	58.639	59.632
10	59.239	59.418	59.663	59.701	59.755	58.764	59 206	59.599	59.329	60.016	58.864	59.723
11	59.232	59.450	59.679	59 774	59.745	58.773	59.156	59.613	59.330	60.001	58 905	59.696
12	59.070	59.271	59.596	59.732	59.683	58.720	59.131	59.594	59.293	59.966	58.812	59.545
1 n.m.	58.904	59.089	59.377	59.578	59.585	58.643	59 080	59.525	59 280	59.887	58 602	59.423
2	58.814	58.971	59.311	59.435	59.471	58.535	59.008	59.532	59.231	59.789	58.507	59.203
3	58.854	59.004	59.242	59.367	59.418	58.465	58.990	59.511	59.165	59.713	58.449	59.137
4	58.919	59.059	59.262	59.351	59.361	58.397	58.957	59.492	59.132	59.634	58.447	59.165
5	58.977	59.092	59.313	59.368	59.405	58.362	58.937	59 452	59.077	59.596	58.517	59.236
6	59.010	59.160	59.430	59.519	59.481	58.394	58.980	59.455	59.087	59.722	58.672	59.311
7	59.078	59.240	59.538	59.653	59.611	58.503	59.053	59.546	59.206	59.865	58.759	59.342
8	59.131	59.273	59.596	59.778	59.819	58.664	59 189	59 656	59.232	59.985	58.784	59.410
9	59.129	59.300	59.605	59.762	59.864	58.780	59.356	59.769	59.292	60.015	58 827	59.437
10	59.130	59.308	59.622	59.742	59.881	58.797	59.425	59.797	59.337	60.002	58.788	59.417
11	59.129	59.288	59.582	59.639	59.858	58.811	59.351	59.732	59.288	59.930	58.708	59.407
gemiddelde waarde . .	758.935	759.177	759.370	759.581	759.613	758.591	759.091	759.516	759.140	759.790	758.615	759.372

Uit welke dan verder die voor de 4 jaargetijden en het geheele jaar zijn berekend:

DAGELIJKSCHE BEWEGING VAN DEN BAROMETER IN DE VIER JAARGETIJDEN ENZ. UIT TIENJARIGE OBSERVATIËN:

	WINTER. Decemb. Jan. Februarij.	LENTE. Maart. April. Mei.	ZOMER. Junij. Julij. Augustus.	HERFST. Sept. Oct. November.	Gemiddelde gang voor het geheele jaar.
12 u.	759.208	759.424	759.445	759.378	759.364
1	59.100	59 355	59.258	59.284	59.249
2	59.060	59.222	59.149	59.183	59.153
3	59.011	59.135	58.989	59.065	59.050
4	58.920	59.035	58.945	58.979	58.971
5	58.863	59.036	58.963	58.988	58.963
6	·58.861	59.127	59.071	59.036	59.024
7	58.961	59.249	59.158	59.161	59.132
8	59.135	59.329	59.242	59.320	59.257
9	59.288	59.376	59.302	59.412	59.344
10	59.440	59.407	59.378	59.534	59.439
11	59.454	59.431	59.366	59.534	59.446
12	59,312	59.378	59.339	59.441	59.368
1	59 123	59.269	59.295	59.304	59.248
2	59.082	59.147	59.257	59.166	59.150
3	59.033	59.083	59.222	59.100	59.110
4	59.080	59.036	59.194	59.082	59.098
5	59.127	59.045	59.155	59.116	59.111
6	59.200	59.131	59.174	59.235	59.185
7	59.285	59.256	59.268	59.322	59.283
8	59.333	59.420	59.359	59.393	59.378
9	59 345	59.469	59.462	59.426	59.445
10	59.353	59.473	59.520	59.369	59.437
11	59.333	59.436	59.457	59.348	59.394
	759.161	759.261	759.249	759.257	759.233

Deze waarden hebben nu gediend om op de gewone wijs algemeene uitdrukkingen te vinden, door welke de beweging van den barometer wordt voorgesteld. (Hierin is gevolgd KUNZEK, *Studien aus der höheren Physik*, p. 22 en verv.).

De algemeene formule voor 24 observatiën is:

$$Y_x = a + p_1 Sin.(v_1 + x.15°) + p_2 Sin.(v_2 + x.30°) + p_3 Sin.(v_3 + x.45°$$

Hierin wordt voor x genomen het uur gerekend van middernacht naar de burgerlijke telling, beginnende dus met 0^u en doorgaande tot 23^u.

Y_x zal derhalve den stand van den barometer, op het uur voor x genomen, opgeven.

Het gemiddelde van de 24 waarnemingen van het etmaal is a.

De constanten p_1, p_2 en p_3 worden gevonden uit de constanten a_1, a_2, a_3, b_1, b_2 en b_3, die op de bekende wijs uit de waarnemingen worden opgemaakt.

Men heeft dan

$$\frac{a_1}{b_1} = Tang.\, v_1 \quad \frac{a_2}{b_2} = Tang.\, v_2 \text{ en } \frac{a_3}{b_3} = Tang.\, v_3$$

en vervolgens

$$p_1 = \frac{a_1}{Sin.v_1}\ ;\ p_2 = \frac{a_2}{Sin.\, v_2} \text{ en } p_3 = \frac{a_3}{Sin.\, v_3}\ .$$

De waarden van a, p_1, p_2, p_3, v_1, v_2, v_3 voor alle de maanden afzonderlijk, voor de jaargetijden, en voor het geheele jaar gemiddeld, worden in de volgende tabel opgegeven:

Maanden, enz.	a	p_1	p_2	p	v_1	v_2	v_3
December	758.935	0 1377	0.1956	0.0717	202°18′ 42″	155°10′ 30″	338°54′12″
Januarij	759.177	0.0525	0.1685	0.1120	129 14 59	131 33 48	347 35 14
Februarij	759.370	0.1480	0.2429	0.0485	201 58 12	150 33 56	336 22 56
Maart	759.581	0.0530	0.1960	0.0596	113 35 16	138 6 43	332 15 28
April	759.613	0.0798	0.2124	0.0150	117 31 14	145 3 27	257 44 14
Mei	758.591	0.0235	0.2182	0.0409	311 19 3	144 29 37	148 0 25
Junij	759.091	0.0368	0.1749	0.0628	132 50 32	127 14 21	130 2 23
Julij	759.516	0.1099	0.1737	0.0399	176 37 10	141 51 20	137 56 27
Augustus	759.140	0.1331	0.1849	0.0211	205 28 38	131 18 53	109 55 54
September	759.790	0.0889	0.2324	0.0193	201 39 20	140 22 42	319 13 51
October	758.615	0.0872	0.2148	0.0627	188 10 18	146 25 33	336 54 40
November	759.372	0.0598	0.2051	0.0129	237 18 2	142 29 51	311 34 11
Winter	759.161	0.1008	0.2019	0.0780	190 43 35	146 26 28	340 46 25
Lente	759.261	0.0347	0.2098	0.0080	104 17 27	142 13 38	303 4 15
Zomer	759.249	0.0957	0.1893	0.0408	177 34 2	137 15 35	127 2 29
Herfst	759.257	0.0560	0.2145	0.0578	217 45 28	142 55 47	344 21 3
't geheele jaar	759.233	0.0636	0.1542	0.0257	181 55 33	146 7 56	347 47 5

Verscheidene uit deze formules *berekende* barometerhoogten, ıet de *waargenomene* vergeleken, hebben doen zien, dat de lgemeene uitdrukkingen het verschijnsel voldoende aanwijzen. ntusschen kon daarbij ook weder opgemerkt worden, dat hoe ıeer de waarnemingen vereenigd werden, de natuurwet ook es te duidelijker te voorschijn trad. Het zal onnoodig zijn dit loor voorbeelden nader aan te toonen *).

Wanneer men de waargenomen gemiddelde standen voor elk uur van iedere maand, de jaargetijden en het geheele jaar vergelijkt met den gemiddelden stand van het geheele etmaal, vindt men ook daarin voor verschillende tijden veel overeenkomst. De volgende tabellen, waarin het teeken + den stand boven het gemiddelde, en het teeken — dat daar beneden aanwijst, kunnen daarvan ten bewijs strekken:

---

*) Allerduidelijkst blijkt dit uit de bijgevoegde figuren, waarin de standen van den barometer zijn opgegeven; eerst voor elke maand afzonderlijk, beginnende met December tot November in de 12 eerste figuren; vervolgens voor de vier jaargetijden in de fig. 13—16 en voor het geheele jaar fig. 17; in welke laatste figuur de geregelde gang, zonder sprongen of teruggang op te merken is: en om dit nog duidelijker te doen zien, vindt men in de fig. 18—22 de verandering van den barometer in enkele dagen van de maand December 1861, waarin men bijna geen overeenkomst ontdekken kan.

VERSCHIL MET DEN GEMIDDELDEN STAND VAN DEN BAROMETER IN ELKE MAAND, VOOR ELK UUR.

	December.	Januarij.	Februarij.	Maart.	April.	Mei.	Junij.	Julij.	Augustus.	September.	October.	November.
12 u.	—0.066	+0.167	+0.041	+0.200	+0.202	+0.084	+0.361	+0.106	+0.125	+0.088	+0.145	+0.124
1	—0.167	+0.089	—0.105	+0.194	+0.077	+0 010	+0.055	—0.003	—0.011	+0.018	+0.032	+0.025
2	—0.170	+0.074	—0 207	+0.042	—0.051	—0.110	—0.060	—0.117	—0.112	—0.105	—0.094	—0.029
3	—0.193	+0.018	—0.373	—0.112	—0.118	—0.149	—0.376	—0.235	—0.254	—0 221	—0.234	—0.126
4	—0.250	—0.119	—0.352	—0.191	—0.171	—0.307	—0.266	—0.289	—0.345	—0.340	—0.302	—0.197
5	—0.306	—0.238	—0.349	—0.256	—0.219	—0.202	—0.234	—0.291	—0.320	—0.339	—0.283	—0.190
6	—0.296	—0.288	—0.314	—0.180	—0.132	—0.093	—0.147	—0.182	—0 193	—0.239	—0 248	—0.181
7	—0.213	—0.191	—0.196	—0.076	—0.055	+0.094	—0.026	—0.098	—0.137	—0.117	—0.110	—0.066
8	—0.027	—0.065	+0.014	+0.031	+0.026	+0.146	+0.006	+0.001	—0.012	+0.021	+0.033	+0 130
9	+0.160	+0.106	+0.116	+0 076	+0.085	+0.183	+0.042	+0.053	+0.068	+0.174	+0.024	+0.260
10	+0.304	+0.241	+0.293	+0.120	+0.142	+0.173	+0.115	+0 083	+0.133	+0.226	+0.249	+0.351
11	+0.297	+0.273	+0.309	+0.193	+0.132	+0.182	+0.065	+0.097	+0.174	+0.211	+0.290	+0.324
12	+0.185	+0.094	+0.226	+0.151	+0 070	+0.129	+0.040	+0.087	+0.160	+0.176	+0.197	+0.173
1	—0.031	—0.088	+0.007	—0.003	—0.028	+0.052	—0.011	+0.009	+0.149	+0.097	—0 013	+0.051
2	—0.121	—0.196	—0.059	—0.146	—0.142	—0.056	—0.083	+0 016	+0.096	—0.001	—0.108	—0.169
3	—0.081	—0.173	—0.128	—0.214	—0.195	—0.126	—0.101	—0.005	+0.016	—0.077	—0.166	—0.235
4	—0.016	—0.118	—0.108	—0.230	—0.252	—0.194	—0.134	—0.024	+0.003	—0.156	—0.168	—0.207
5	+0.042	—0.085	—0.057	—0.213	—0.208	—0.229	—0.154	—0.064	—0.051	—0.194	—0.098	—0.136
6	+0.075	—0.017	+0.060	—0.062	—0.132	—0.127	—0.111	—0.061	—0·047	—0.068	+0 057	—0.061
7	+0 143	+0.063	+0.168	+0.072	—0.002	—0.038	—0.038	+0.030	+0.044	+0.075	+0.144	—0.030
8	+0.196	+0.096	+0.226	+0.197	+0.206	+0.073	+0.098	+0.140	+0 072	+0.195	+0.169	+0.038
9	+0.194	+0.123	+0.235	+0.181	+0.251	+0.189	+0.265	+0.253	+0.132	+0.225	+0.212	+0.065
10	+0.195	+0.131	+0.252	+0.161	+0.268	+0.206	+0.334	+0.281	+0.176	+0.212	+0.173	+0.045
11	+0.194	+0.111	+0.212	+0.058	+0.245	+0.320	+0.260	+0.216	+0.124	+0.140	+0.193	+0.035

VERSCHIL VAN DE STANDEN OP ELK UUR MET HET GEMIDDELDE VAN DEN DAG.

	WINTER.	LENTE.	ZOMER.	HERFST.	Het geheele jaar.
12 u.	+0.047	+0.163	+0.196	+0.121	+0.131
1	—0.061	+0.094	+0.012	+0.027	+0.016
2	—0.101	—0.039	—0.058	—0.074	—0.080
3	—0.150	—0.126	—0.256	—0.192	—0.183
4	—0.241	—0.226	—0.301	—0.278	—0.262
5	—0.298	—0.225	—0.283	—0.269	—0.270
6	—0.300	—0.134	—0.178	—0.221	—0 209
7	—0.200	—0.012	—0.088	—0.096	—0.101
8	—0.026	+0.068	—0.003	+0.063	+0.024
9	+0.127	+0.115	+0.053	+0.155	+0.111
10	+0.279	+0.146	+0.109	+0.277	+0.206
11	+0.293	+0.170	+0.111	+0.277	+0.413
12	+0.151	+0.117	+0.091	+0.184	+0.136
1	—0.038	+0.008	+0.048	+0.047	+0.015
2	—0.129	—0.114	+0.008	—0.091	—0.083
3	—0.128	—0.178	—0.025	—0.157	—0.123
4	—0.081	—0.225	—0.053	—0.175	—0.135
5	—0.034	—0.216	—0.091	—0.141	—0.122
6	+0.039	—0.130	—0.074	—0.022	—0.048
7	+0.124	—0.005	+0.011	+0 065	+0.050
8	+0.172	+0.159	+0.102	+0.136	+0.145
9	+0.184	+0.208	+0.215	+0.169	+0.212
10	+0.192	+0.212	+0.262	+0.112	+0.204
11	+0.172	+0.175	+0.199	+0.091	+0.161

In alle maanden van het jaar, uitgezonderd December, is de stand van den barometer op 0u of 's nachts ten 12u *boven* den gemiddelden. In October en November heeft dat nog ten 1u plaats en in Januarij zelfs tot 3u. Daarna blijft de stand eenige uren *beneden* den gemiddelden. In alle maanden is de stand ten 9u weêr *boven* tot 12u, vervolgens *beneden* tot 5u, waarna hij tot 11u 's avonds *boven* den gemiddelden blijft.

Deze tafels kunnen ons tevens doen zien, dat de uren van waarneming, hier genomen, te weten van 8u 's morgens, 2u 's namiddags en 8u 's avonds, van de gemiddelden van het geheele etmaal niet ver verwijderd zijn. Voor het geheele jaar geeft de stand van 8u 's morg. slechts een verschil van 0mm.024 van het gemiddelde van den dag. Ten 1u vinden wij dat ver-

schil + 0.015, voor 2^u -- 0.083; ten 7^u 's avonds + 0.050 en ten 8^u 0.145. Men bedenke hier wederom, dat welligt, bij langduriger voortgezette waarneming de geschiktheid der waarnemingsuren duidelijker blijken zal. Mogt dit niet het geval zijn, dan zou men daarin eene reden vinden kunnen, om die uren te veranderen.

Nog verdient het opmerking, dat de hier vermelde verschillen bijna op dezelfde wijze zich elders hebben voorgedaan. (*Meteorological observations made at the Radcliffe Observatory*, 1856, p. V en VI).

De tijdstippen, waarop de hoogste en laagste standen van den barometer worden waargenomen, of de zoogenaamde maxima en minima, kunnen door eene grafische constructie der waarnemingen doorgaans voldoende gevonden worden. Zij worden evenwel in de volgende tabellen opgegeven, zoo als zij door berekening gevonden zijn, uit de boven vermelde algemeene formules. Deze formules worden daartoe gedifferentiëerd, en het differentiaalquotient, ingevolge de methode der maxima en minima = 0 gesteld.

De algemeene formule:

$$Y_x = a + p\, Sin.(v_1 + x.15°) + p_2\, Sin.(v_2 + x.30°) + p_3\, Sin.(v_3 + x.45°)$$

wordt als $\frac{dy}{dx} = 0$ is:

$$0 = p.\, Cos.(v_1 + x.\,15°) + 2p_2\, Cos.(v_2 + x.\,30°) + 3p_3\, Cos.(v_3 + x.45°)$$

Uit de waarnemingen blijkt gemakkelijk, tusschen welke uren de keerpunten zullen gevonden worden. Men stelt dan die waarden voor x in de gegevene formules, en vindt voor een ***minimum*** die waarde, eerst ***negatief***, voor het tweede uur ***positief***; terwijl voor een maximum het tegengestelde gevonden wordt. De waarde van x geeft dan het gevraagde tijdstip.

B.v. voor het geheele jaar is het minimum 's morgens tusschen 4^u en 5^u, de waarde der formules wordt dan

$$-p\ Cos.61°55'33'' - 2p_2 Cos.86°\ 7'56'' - 3p\ Cos.12°12'55'' = -0.1259$$

en

$$-p_1 Cos.76°55'33'' + 2p_2 Cos.63°52'\ 4'' - 3p_3 Cos.32°47'\ 5'' = -0.0568$$

Hieruit vindt men naar KUNZEK p. 39 het tijdstip van het minimum 4^u 41'.

In de volgende tabellen zijn de constanten p_1, $2p_2$ en $3p_3$, benevens de hoeken $(v_1 + x.15)$, $(v_2 + x.30)$ en $(v_3 + x.45)$, voor de uren in de *tweede* kolom vermeld, opgegeven. Het teeken, dat boven elken hoek staat, wijst aan den toestand van den *cosinus* van dien hoek, naarmate die in de verschillende kwadranten moest genomen worden. Het teeken in de laatste kolom wijst aan, of de uitkomst positief of negatief gevonden is: waaruit de beoordeeling of men een *maximum* of *minimum* verkregen heeft, opgemaakt wordt.

	x	p_1	$2p_2$	$3p_3$	$v_1 + x.15$	$v_2 + x.30$	$v_3 + x.45$	
	4u	0.1377	0.3912	0.2150	(−) 82° 18′ 42″	(+) 84° 49′ 30″	(−) 21° 5′ 48″	—
	5	—	—	—	(+) 82 41 18	(+) 54 49 30	(−) 23 54 12	+
	10	—	—	—	(+) 7 41 18	(+) 84 49 30	(+) 68 54 12	+
	11	—	—	—	(+) 7 18 42	(−) 54 49 30	(−) 66 5 48	—
	15	—	—	—	(+) 67 18 42	(−) 65 10 30	(+) 66 5 48	—
	16	—	—	—	(+) 82 18 42	(+) 84 49 30	(+) 21 5 48	+
	20	—	—	—	(−) 37 41 18	(+) 35 10 30	(−) 21 5 48	+
	21	—	—	—	(−) 22 41 18	(+) 65 10 30	(−) 23 54 12	—
l.	5u	0.0525	0.3370	0.3361	(−) 24 14 59	(+) 78 26 12	(−) 32 19 42	—
	6	—	—	—	(−) 39 14 59	(+) 48 26 12	(−) 77 14 42	+
	10	—	—	—	(+) 80 45 1	(+) 71 33 48	(+) 77 19 52	+
	11	—	—	—	(+) 65 45 1	(−) 78 26 12	(−) 57 40 8	—
	15	—	—	—	(+) 5 45 1	(−) 41 33 48	(+) 57 40 8	—
	16	—	—	—	(+) 9 14 59	(−) 71 33 48	(+) 12 40 8	+
	20	—	—	—	(+) 69 14 59	(+) 11 33 48	(−) 12 40 8	+
	21	—	—	—	(+) 84 14 59	(+) 41 33 48	(−) 33 19 52	—
br.	4u	0.1480	0.4859	0.1456	(−) 81 58 12	(+) 89 26 4	(−) 23 37 4	—
	5	—	—	—	(+) 83 1 48	(+) 59 26 4	(−) 21 22 56	+

	x	p_1	$2\,p_2$	$3\,p_3$	$v_1 + x.15$	$v_2 + x.30$	$v_3 + x.45$	
Febr.	10u	0.1480	0.4859	0.1456	8° +1′ 48″	89° −26′ 4″	66° +22′ 56″	+
	11	—	—	—	6 +58 12	59 −26 4	68 −37 4	−
	15	—	—	—	66 +58 12	60 −33 56	68 +37 4	−
	16	—	—	—	81 +58 12	89 +26 4	23 +37 4	+
	20	—	—	—	38 −1 48	30 +23 56	23 −37 4	+
	21	—	—	—	23 −1 48	60 +33 56	21 −22 56	−
Maart	4u	0.0530	0.3920	0.1787	6 −24 44	78 −6 53	27 −44 32	−
	5	—	—	—	8 −35 16	8 +6 43	17 −15 28	+
	10	—	—	—	83 −35 16	78 +6 43	62 +15 28	+
	11	—	—	—	81 +24 44	71 −53 17	72 −44 32	−
	15	—	—	—	21 +24 44	48 −6 43	72 +44 32	−
	16	—	—	—	6 +24 44	78 −6 43	27 −44 32	+
	22	—	—	—	83 +35 16	78 +6 43	62 −15 28	+
	23	—	—	—	81 −24 44	71 −53 17	72 +44 32	−
April	4u	0.0797	0.4248	0.0451	2 −28 46	85 −3 27	77 +44 14	−
	5	—	—	—	12 −31 14	64 +56 33	57 −15 46	+
	10	—	—	—	87 −31 14	85 +3 27	12 +15 46	+
	11	—	—	—	77 +28 46	64 −56 33	32 +44 14	−
	15	—	—	—	17 +28 46	55 −3 27	32 −44 14	−
	16	—	—	—	.2 +28 46	85 −3 27	67 +15 46	+
	22	—	—	—	87 +31 14	85 +3 27	87 −44 14	+
	23	—	—	—	77 −28 46	64 −56 33	32 +44 14	−
Mei	3u	0.0235	0.4362	0.1225	3 +19 3	54 −29 37	76 +59 37	−
	4	—	—	—	11 +19 3	84 −29 37	31 +59 37	+
	9	—	—	—	86 +19 3	54 +29 37	13 −0 23	+

	x	p_1	$2p_2$	$3p_3$	$v_1 + x.15$	$v_2 + x.30$	$v_3 + x.45$	
dei	10u	0.0235	0.4362	0.1225	78° $\overset{-}{40}$′ 57″	84° $\overset{+}{29}$″ 37′	58° $\overset{-}{0}$′ 23″	—
	16	—	—	—	11 $\overset{-}{19}$ 13	84 29 37	31 $\overset{-}{59}$ 37	—
	17	—	—	—	26 $\overset{-}{19}$ 3	65 $\overset{+}{30}$ 23	13 $\overset{-}{0}$ 23	+
	22	—	—	—	78 $\overset{+}{40}$ 57	84 $\overset{+}{29}$ 37	58 $\overset{+}{0}$ 23	+
	23	—	—	—	63 $\overset{+}{40}$ 57	65 $\overset{-}{30}$ 23	8 $\overset{-}{0}$ 23	—
unij	4u	0.0868	0.3498	0.1883	2 $\overset{-}{50}$ 32	67 $\overset{-}{14}$ 21	49 $\overset{-}{57}$ 37	—
	5	—	—	—	27 $\overset{-}{50}$ 32	82 $\overset{+}{45}$ 39	4 $\overset{+}{57}$ 37	+
	10	—	—	—	77 $\overset{+}{9}$ 28	67 $\overset{+}{14}$ 21	40 $\overset{-}{2}$ 23	+
	11	—	—	—	62 $\overset{-}{9}$ 28	82 $\overset{-}{45}$ 39	85 $\overset{-}{2}$ 23	—
	17	—	—	—	27 $\overset{+}{50}$ 35	82 $\overset{+}{45}$ 39	4 $\overset{-}{57}$ 37	—
	18	—	—	—	42 $\overset{+}{50}$ 32	52 $\overset{+}{45}$ 39	40 $\overset{+}{2}$ 23	+
	22	—	—	—	77 $\overset{-}{9}$ 28	67 $\overset{+}{14}$ 21	49 $\overset{+}{2}$ 23	+
	23	—	—	—	62 $\overset{-}{9}$ 28	82 $\overset{-}{45}$ 39	85 $\overset{+}{2}$ 23	—
ulij	4u	0.1100	0.3473	0.0798	56 $\overset{-}{37}$ 10	81 $\overset{-}{51}$ 20	42 $\overset{+}{3}$ 33	—
	5	—	—	—	71 $\overset{-}{37}$ 10	68 $\overset{+}{8}$ 40	2 $\overset{+}{56}$ 27	+
	10	—	—	—	33 $\overset{+}{22}$ 50	81 $\overset{+}{51}$ 20	47 $\overset{-}{56}$ 27	+
	11	—	—	—	18 $\overset{+}{22}$ 50	68 $\overset{-}{8}$ 40	87 $\overset{+}{3}$ 33	—
	16	—	—	—	56 $\overset{+}{37}$ 10	81 $\overset{-}{51}$ 20	42 $\overset{-}{3}$ 33	—
	17	—	—	—	71 $\overset{+}{37}$ 10	68 $\overset{+}{8}$ 40	2 $\overset{-}{56}$ 27	+
	22	—	—	—	33 $\overset{-}{22}$ 50	81 $\overset{+}{51}$ 20	47 $\overset{+}{56}$ 27	+
	23	—	—	—	18 $\overset{-}{22}$ 50	68 $\overset{-}{8}$ 40	87 $\overset{-}{3}$ 33	—
ug.	4u	0.1330	0.3697	0.0633	85 $\overset{-}{28}$ 38	71 $\overset{-}{18}$ 54	70 $\overset{+}{4}$ 6	—
	5	—	—	—	79 $\overset{+}{31}$ 22	78 $\overset{+}{41}$ 6	25 $\overset{+}{4}$ 6	+
	11	—	—	—	10 $\overset{+}{28}$ 38	78 $\overset{-}{41}$ 6	64 $\overset{-}{55}$ 54	+
	12	—	—	—	25 $\overset{+}{28}$ 38	48 $\overset{-}{41}$ 6	70 $\overset{+}{4}$ 6	—

	x	p_1	$2p_2$	$3p_3$	$v_1 + x.15$	$v_2 + x.30$	$v_3 + x.45$	
Aug.	17ⁿ	0.1330	0.3697	0.0633	79° −31′ 22″	78° +41′ 6″	25° −4′ 6″	−
	18	—	—	—	64 −31 22	48 +41 6	19 −55 54	+
	22	—	—	—	4 −31 22	71 +18 54	19 +55 54	+
	23	—	—	—	10 −28 38	78 −41 6	64 +55 54	−
Sept.	4ⁿ	0.0889	0.4648	0.0579	81 −39 20	80 −22 42	40 −46 9	−
	5	—	—	—	83 +20 40	69 +37 18	4 −13 51	+
	10	—	—	—	8 +20 40	80 +22 42	49 +13 51	+
	11	—	—	—	6 +39 20	69 −37 18	85 −46 9	−
	16	—	—	—	81 +39 20	80 −22 42	40 +46 9	−
	17	—	—	—	83 −20 40	69 +37 18	4 +13 51	+
	21	—	—	—	23 −20 40	50 +22 42	4 −13 51	+
	22	—	—	—	8 −20 40	80 +22 42	49 −13 51	−
Oct.	4ⁿ	0.0872	0.4296	0.1881	68 −10 18	86 −25 33	23 −5 20	−
	5	—	—	—	83 −10 18	63 +34 27	21 −54 40	+
	10	—	—	—	21 +49 42	86 +25 33	66 +54 40	+
	11	—	—	—	6 +49 42	63 −34 27	68 −5 20	−
	15	—	—	—	53 +10 18	56 −25 33	68 +5 20	−
	16	—	—	—	68 +10 18	86 −25 33	23 +5 20	+
	20	—	—	—	51 −49 42	26 +25 33	23 −5 20	+
	21	—	—	—	36 −49 42	56 +25 33	21 −54 40	−
Nov.	4ⁿ	0.0598	0.4101	0.0388	62 +41 58	82 −29 50	48 −25 49	−
	5	—	—	—	47 +41 58	67 +30 10	3 −25 49	+
	10	—	—	—	27 +18 2	82 +29 50	41 +34 11	+
	11	—	—	—	42 +18 2	67 −30 10	86 +34 11	−
	16	—	—	—	62 −41 58	82 −29 50	48 +25 49	−

	x	p_1	$2p_2$	$3p_3$	$v_1 + x.15^\circ$	$v_2 + x.30^\circ$	$v_3 + x.45^\circ$
Nov.	17^n	0.0598	0.4101	0.0388	47° $\overset{-}{41}$' 58"	67° $\overset{+}{30}$' 10"	3° $\overset{+}{25}$' 49" +
	21	—	—	—	12 $\overset{-}{18}$ 2	52 $\overset{+}{29}$ 50	3 $\overset{-}{25}$ 49 +
	22	—	—	—	27 $\overset{-}{18}$ 2	82 $\overset{+}{29}$ 50	41 $\overset{-}{34}$ 11 —
Winter	5^n	0.1008	0.4038	0.2340	85 $\overset{-}{43}$ 35	63 $\overset{+}{33}$ 32.	25 $\overset{-}{46}$ 25 —
	6	—	—	—	79 $\overset{+}{16}$ 25	33 $\overset{+}{33}$ 32	70 $\overset{-}{46}$ 25 +
	10	—	—	—	19 $\overset{+}{16}$ 25	86 $\overset{+}{26}$ 28	70 $\overset{+}{46}$ 25 +
	11	—	—	—	4 $\overset{+}{16}$ 25	63 $\overset{-}{33}$ 32	64 $\overset{-}{13}$ 35 —
	15	—	—	—	55 $\overset{+}{43}$ 35	56 $\overset{-}{26}$ 28	64 $\overset{+}{13}$ 35 —
	16	—	—	—	70 $\overset{+}{43}$ 35	86 $\overset{-}{26}$ 28	19 $\overset{+}{13}$ 35 +
	20	—	—	—	49 $\overset{-}{16}$ 25	26 $\overset{+}{26}$ 28	19 $\overset{-}{13}$ 35 +
	21	—	—	—	34 $\overset{-}{16}$ 25	56 $\overset{+}{26}$ 28	25 $\overset{-}{46}$ 25 —
Lente	4^n	0.0347	0.4196	0.0240	15 $\overset{-}{42}$ 33	82 $\overset{-}{46}$ 22	56 $\overset{-}{55}$ 45 —
	5	—	—	—	0 $\overset{-}{42}$ 33	67 $\overset{+}{46}$ 22	11 $\overset{-}{55}$ 45 +
	10	—	—	—	74 $\overset{-}{17}$ 27	82 $\overset{+}{13}$ 38	33 $\overset{-}{4}$ 15 +
	11	—	—	—	89 $\overset{-}{17}$ 27	67 $\overset{-}{46}$ 22	78 $\overset{+}{4}$ 15 —
	16	—	—	—	15 $\overset{+}{42}$ 33	82 $\overset{-}{13}$ 38	56 $\overset{+}{45}$ 45 —
	17	—	—	—	0 $\overset{+}{42}$ 33	67 $\overset{+}{46}$ 22	11 $\overset{+}{55}$ 45 +
	22	—	—	—	74 $\overset{+}{17}$ 27	82 $\overset{+}{13}$ 23	33 $\overset{-}{4}$ 15 +
	23	—	—	—	89 $\overset{+}{17}$ 27	67 $\overset{-}{46}$ 22	78 $\overset{-}{4}$ 15 —
Zomer	4^n	0.0957	0.3785	0.1224	57 $\overset{-}{34}$ 2	77 $\overset{-}{15}$ 35	52 $\overset{+}{57}$ 31 —
	5	—	—	—	72 $\overset{-}{34}$ 2	72 $\overset{+}{44}$ 25	7 $\overset{+}{57}$ 31 +
	10	—	—	—	32 $\overset{+}{25}$ 58	77 $\overset{+}{15}$ 35	37 $\overset{-}{2}$ 29 +
	11	—	—	—	17 $\overset{+}{25}$ 58	72 $\overset{-}{44}$ 25	82 $\overset{-}{2}$ 29 —
	16	—	—	—	57 $\overset{+}{34}$ 2	77 $\overset{-}{15}$ 35	52 $\overset{-}{57}$ 31 —
	17	—	—	—	72 $\overset{+}{34}$ 2	72 $\overset{+}{44}$ 25	7 $\overset{-}{57}$ 31 +

	x	p_1	$2p_2$	$3p_3$	$v_1 + x.15^\circ$	$v_2 + x.30^\circ$	$v_3 + x.45^\circ$
Zomer	22u	0.0957	0.3785	0.1224	32° −25' 58"	77° +15' 35"	37° +2' 29" +
	23	—	—	—	17 −25 58	72 −44 25	82 −2 29 −
Herfst	4u	0.0560	0.4290	0.1734	82 +14 32	82 −55 47	15 −38 57 −
	5	—	—	—	67 +14 32	67 +4 13	20 −38 57 +
	10	—	—	—	7 +45 28	82 +55 47	74 +21 3 +
	11	—	—	—	22 +45 28	67 −4 13	60 −38 57 −
	15	—	—	—	82 +45 28	47 −4 13	70 +38 57 −
	16	—	—	—	82 −14 32	82 −55 47	15 +38 57 +
	21	—	—	—	7 −14 32	52 +55 47	29 −21 3 +
	22	—	—	—	7 −45 28	82 +55 47	74 −21 3 −
Het jaar	4u	0.0636	0.3085	0.0769	61 −55 33	86 −7 56	12 −12 55 −
	5	—	—	—	76 −55 33	63 +52 4	32 −47 5 +
	10	—	—	—	28 +4 27	86 +7 56	77 +47 5 +
	11	—	—	—	13 +4 27	63 −52 4	57 −12 55 −
	15	—	—	—	46 +55 33	56 −7 56	57 +12 55 −
	16	—	—	—	61 +55 33	86 −7 56	12 +12 55 +
	21	—	—	—	43 −4 27	56 +7 56	32 −47 5 +
	22	—	—	—	28 −4 27	86 +7 56	77 −47 5 −

De maxima en minima voor de verschillende maanden, de jaargetijden en het jaar, naar de opgegevene methode berekend, komen met de grafische constructie overeen. Men vindt die in de volgende tabel:

GEMIDDELD VOOR	MINIMUM sm.	MAXIMUM sm.	MINIMUM 's av.	MAXIMUM 's av.
December	4u 48'	10u 30'	3u 5	8u 4'
Januarij	5 43	10 36	3 41	8 56
Februarij	4 32	10 34	3 27	8 50
Maart	4 38	10 29	3 33	10 19
April	4 35	10 37	3 46	10 12
Mei	3 43	9 50	4 43	10 15
Junij	4 23	10 25	5 8	10 43
Julij	4 5	10 46	4 31	10 6
Augustus	4 25	11 14	5 4	10 12
September	4 32	10 43	4 5	9 46
October	4 58	10 43	3 24	8 58
November	4 14	10 36	4 15	9 53
den Winter	5 7	10 31	3 13	8 30
de Lente	4 27	10 16	4 5	10 15
den Zomer	4 14	10 38	4 50	10 21
den Herfst	4 52	10 46	3 40	9 42
het geheele jaar	4 41	10 27	3 30	9 32

Uit tienjarige waarnemingen mag men dus besluiten, dat te Groningen

1e. het *minimum 's avonds* in den *Zomer* meer dan één uur *later* wordt waargenomen, dan in den *Winter*, zooals dat ook elders plaats vindt, en onder anderen door KÄMTZ, T. 2, p. 269, vermeld is;

2e. het *maximum 's avonds* in den Zomer ongeveer twee uur *later* komt, dan in den *Winter;* insgelijks elders waargenomen;

3e. ook het *minimum* 's morgens hier *vroeger* invalt in den *Zomer* dan in den Winter.

Ten aanzien van het *maximum 's morgens* verschillen te Groningen de uitkomsten, met hetgeen voor andere plaatsen wordt opgegeven. De tijden van dit maximum zijn hier voor die beide jaargetijden bijna dezelfde gevonden, terwijl KÄMTZ opgeeft, dat zij anderhalf uur verschillen.

Tot de bijzonderheden betreffende de dagelijksche beweging van den barometer, behoort ook nog de *grootte* der eigenlijke oscillatiën. Wanneer men het gemiddelde der beide minima van het gemiddelde der beide maxima aftrekt, verkrijgt men de doorgaans genoemde *gemiddelde* of *middelbare dagelijksche oscillatiën.*

Voor Groningen zijn die uit de bovengemelde waarnemingen gevonden:

in	December	0.mm 464
	Januarij	0. 449
	Februarij	0. 520
	Maart	0. 438
	April	0. 441
	Mei	0. 469
	Junij	0. 439
	Julij	0. 367
	Augustus	0. 404
	September	0. 492
	October	0. 486
	November	0. 424

Maakt men de middelbare oscillatiën voor de jaargetijden en het geheele jaar op uit de hoogten van den barometer vroeger daarvoor opgegeven, dan vindt men die

voor	den Winter	0.mm 456
"	de Lente	0. 417
"	den Zomer	0. 349
"	den Herfst	0. 450
"	het jaar	0. 415

In deze uitkomsten vindt men geen voldoende overeenkomst. Ook verschillen zij met hetgeen door KÄMTZ wordt opgegeven (*Vorles.* p. 293), waar de oscillatien in den zomer *grooter* zijn dan in den winter, juist het tegengestelde met hetgeen hier uit de waarnemingen is verkregen.

De schommelingen te Utrecht, naar de opgaven van den Heer KRECKE (*het klimaat van Nederland* 2, p. 13) verschillen van die van Groningen niet veel; alleen is ook hier het verschil voor den zomer op te merken.

Voor het *geheele jaar* is dat	te Groningen	0.42	te Utrecht	0.46
" den Winter	"	0.46	"	0.43
" de Lente	"	0.42	"	0.46
" den Zomer	"	0.35	"	0.44
" den Herfst	"	0.45	"	0.50

De stand van den barometer is bij het maximum 's morgens nu eens *hooger* dan eens *lager* gevonden dan 's avonds, en dus niet zoo doorgaans *hooger* als bij KÄMTZ wordt gezegd.

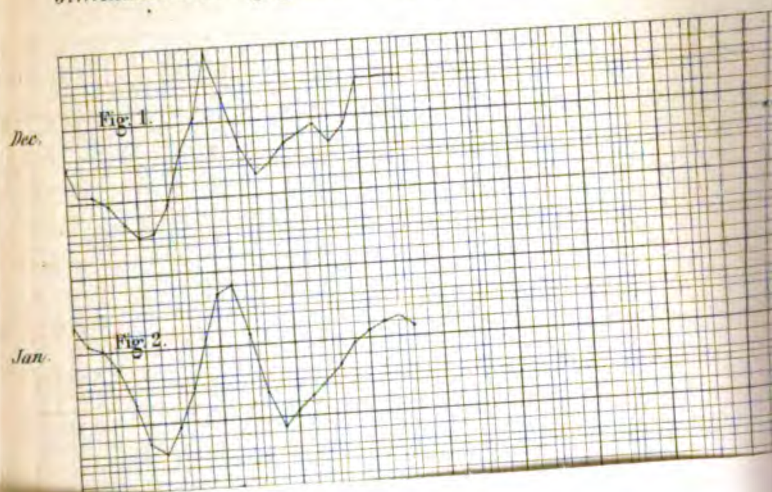
In	December	was de barometer 's m.	0.108	hooger dan	's av.
	Januarij	"	0.145	hooger	"
	Februarij	"	0.067	hooger	"
	Maart	"	0.041	lager	"
	April	"	0.126	lager	"
	Mei	"	0.033	lager	"
	Junij	"	0.219	lager	"
	Julij	"	0.198	lager	"
	Augustus	"	0.008	lager	"
	September	"	0.014	hooger	"
	October	"	0.037	hooger	"
	November	"	0.306	hooger	"
in	den Winter	"	0.107	hooger	"
	de Lente	"	0.030	lager	"
	den Zomer	"	0.142	lager	"
	den Herfst	"	0.108	hooger	"
	het geheele jaar	"	bijna gelijk		"

Het bijgebragte zal wel voldoende zijn, om de bijzonderheden van de dagelijksche beweging van den barometer voor Groningen, zoo als die, na de noodzakelijke correctiën door den barograaph zijn aangewezen, te doen kennen.

De zelfregistrering is hierin voorzeker van veel belang, omdat men daardoor van de eentoonige waarneming des barometers, van uur tot uur, ook 's nachts doorgaande, wordt bevrijd; en ofschoon de herleiding der verkregen uitkomsten altijd veel tijd vordert, zoo kan men toch verwachten, dat de gang van barometer, thermometer en andere meteorologische toestellen langzamerhand meer algemeen nagegaan en bekend zal gemaakt worden, dan zonder de zelfregistrerende toestellen zou hebben kunnen geschieden. Of evenwel die toestellen zoo in allen deele aan de verwachting voldoen, als men zich dat in den beginne had voorgesteld, mag men betwijfelen. Zij vereischen altijd veel zorg en toezigt, en zonder de dagelijksche waarneming van goede barometers en thermometers, waardoor de noodige correc-

tiën kunnen gevonden worden, kan men op de barographen en thermographen nog niet volkomen vertrouwen. Dan vooral zijn evenwel de zelfregistrerende toestellen onmisbaar als men de gelijktijdige standen van de meteorologische instrumenten onderling vergelijken wil, om zoo mogelijk den invloed van temperatuur, wind, regen, enz. op de luchtdrukking of omgekeerd na te gaan. Niet zelden vindt men dan ook duidelijk verband tusschen de bewegingen dier instrumenten en daaruit eenige verklaring van de onregelmatige beweging daarbij waargenomen. Tot een voorbeeld kan strekken hetgeen in fig. 22 wordt voorgesteld en 1 December 1861 is waargenomen Uit die figuur blijkt, dat de beweging van den barometer voor dien dag zeer van de normale afwijkt. De windwijzer leert ons, dat de veranderde rigting van den wind hiermede in naauw verband staat. De wind, die 's nachts 12^u ZZW was, bleef ZW tot 's morgens 10^u, liep vervolgens door W tot NW, waarmede een hoogere barometerstand vergezeld gaat. De doorgaans waargenomen vermeerdering van de windkracht bij verhooging van de temperatuur, was op dien dag ook niet te miskennen. De temperatuur was ten 12^u 's m. $6^o.2$, nam langzamerhand toe tot $7^o.6$, en evenzoo de wind, die van stilte klom tot eene drukking van 37 kil. op den hoogsten stand van den thermometer ten 1^u, en daarna geleidelijk met den thermometer afnam. Zulke voorbeelden zouden menigvuldig gegeven kunnen worden, en hoezeer men ook dikwijls dat verband niet ontdekt, zoo zal men toch moeten toestemmen, dat alleen op die wijs de oorsprong der onregelmatigheden gevonden kan worden, en men dus omgekeerd tot de kennis en verklaring van de regelmatige bewegingen kan geraken, die tot hiertoe nog gemist worden.

J. W. ERMERINS. Dagelijksche beweging van den Barometer te Gr



OPMERKINGEN

OMTRENT DE WIJZE WAAROP

DE CHOLERA IN EUROPA IS INGEDRONGEN,

IN VERBAND MET

DE MIDDELEN OM HAAR TE KEEREN.

DOOR

J. VAN GEUNS.

VOORGEDRAGEN IN DE VERGADERING DER AFDEELING VAN DEN 26sten JANUARIJ 1867.

Door het vertrouwen onzer Regering geroepen, om Nederland op de conferentie te Constantinopel, nevens den Heer KEUN, onzen zaakgelastigde aldaar, te vertegenwoordigen, nam ik gedurende vier maanden deel aan de beraadslagingen, die over dit onderwerp in den boezem der conferentie gevoerd werden. Ik heb in een verslag aan den Minister de bijzonderheden omtrent een deel van den arbeid der conferentie uiteengezet. Tot mijn leedwezen ben ik tot nu toe nog niet in de gelegenheid het vervolg van dit verslag te leveren, daar de rapporten en het proces-verbaal der zittingen niet geheel afgedrukt zijn.

Onafhankelijk hiervan wenschte ik mij te bepalen tot eene bespreking van enkele punten, die voor de beoordeeling van den oorsprong en verbreiding dezer ziekte naar mijne meening van groot gewigt zijn: ik bedoel de geschiedenis van het ontstaan der tegenwoordige epidemie, zoo als zij zich uit Mekka en Medina naar Europa verbreid heeft. De algemeene aandacht is op deze ziekte, die nog voor weinige maanden met zulk

een verwoestend geweld een goed deel van Europa en ook ons vaderland geteisterd heeft, zoo zeer gevestigd, dat ik het overbodig acht de strijdvragen, waartoe zij aanleiding gegeven heeft, breedvoerig te ontvouwen. Het zij genoeg u te herinneren, dat de quæstie, of de cholera als eene contagieuse dan wel als eene miasmatische ziekte beschouwd moet worden, in de verschillende tijdperken, sedert zij zich in 1829 van Orenburg over Europa uitbreidde, tot een hevigen strijd van meeningen aanleiding gaf; dat aanvankelijk de contagionisten de overhand in den strijd behielden, doch later de talrijke bewijzen, die tegen den contagieusen aard aangevoerd werden, zoodanigen invloed op de openbare meening uitoefenden, dat men meer en meer geneigd werd de cholera als eene miasmatische ziekte te beschouwen. Wel verre evenwel dat de zegepraal der miasmatici over de contagionisten beslissend mag genoemd worden, zien wij, hoe in onze dagen, door tal van bewijzen, de verklaring dat de cholera door het onderling verkeer van den mensch voortgeplant wordt, van alle zijden wordt gestaafd. Waar wij die wisseling van meeningen gadeslaan, is zeker de vraag geregtvaardigd, of ook aan de thans heerschende beschouwingswijze genoegzame waarde mag toegekend worden, om niet te vreezen, dat zij over korteren of langeren tijd als niet genoegzaam gegrond zal verworpen worden. Vergis ik mij niet, dan mogen wij met gerustheid voorspellen, dat deze verklaring van de verspreidingswijze der cholera den toets van het onderzoek der feiten zal doorstaan, daar zij niet gegrond is op algemeene vooronderstellingen of theoretische bespiegelingen, maar op naauwkeurige en strenge nasporingen. Ik ontken daarom niet, dat het onderwerp hoogst moeijelijk tot beslissing gebragt kan worden, en dat wij bij de beoordeeling van de waarde der feiten dikwijls op groote bezwaren stuiten, waardoor het verklaarbaar is, dat vaak geheel tegenstrijdige resultaten uit de waarnemingen der verschillende epidemiën in verschillende plaatsen schijnen voort te vloeijen. De heugenis der epidemie van het verledene jaar leeft nog met volle kracht bij ons, en wij kunnen dus uit eigen ervaring getuigen, hoe deze ziekte, ook ten aanzien van hare verspreiding, haar raadselachtig karakter niet verloochend heeft. Gij zult het met mij zeker niet wenschelijk achten,

dat wij ons langen tijd hierbij ophouden, om in bijzonderheden na te gaan, waarom het zoo hoogst moeijelijk is uit de ervaring, die zich binnen onzen eigen kring aanbiedt, de gevolgtrekkingen af te leiden. Het zij genoeg te doen opmerken, dat men ter juiste beoordeeling zich bij voorkeur tot die waarnemingen behoort te bepalen, waar de feiten zich zonder bijkomende verhoudingen voordoen, die de beoordeeling twijfelachtig maken, en men dus den draad der verspreiding met meer zekerheid kan volgen. Het ligt dus in den aard der zaak, dat men de meeste waarde moet hechten aan de waarnemingen, die het eerste ontstaan eener epidemie in de eene of andere plaats kunnen verklaren; maar ook verder, dat men vooral onder de plaatsen, vanwaar eene epidemie uitgaat, die zich over eene geheele landstreek verspreidt, die vooral in aanmerking zal nemen, waar men de bijzondere omstandigheden van het ontstaan met meerdere zekerheid kan vervolgen; onder die categorie mag men vooral de zeeplaatsen rangschikken. Maar ook hier moet men nog wel onderscheid maken voor de gevallen, waar de kansen voor de invoering der cholera uit andere plaatsen meer of min talrijk zijn, en diegene waar het gevaar slechts van eene enkele zijde dreigt. Ik behoef wel niet te zeggen, dat wij dus met onze nasporingen als van zelf meer geleid worden naar Azië, naar het oosten, vanwaar de epidemiën van cholera hare onheilvolle loopbaan in Europa aanvingen. Nu is niet slechts het eerste tijdvak van de verschijning der cholera in Europa, als bij uitstek geschikt om haar als op den voet te volgen; maar ook gedurende het verder verloop van tijd ontmoeten wij in de geschiedenis dezer ziekte tijdstippen, die onze bijzondere aandacht verdienen, namelijk diegene, waarop wij uit de kennis van de geographische verbreiding der cholera kunnen aanwijzen, dat zij als met eenen vernieuwden stroom zich uit het oosten over Europa verbreid heeft.

De geschiedenis der cholera in Europa kunnen wij in drie tijdvakken verdeelen: de eerste pandemie begint in 1830 en eindigt met 1837; de tweede omvat de jaren 1847 tot 1860, waarop de derde volgt, die in 1865 aangevangen is. Wanneer wij de berigten, die ons de geographische verbreiding dezer ziekte kunnen doen kennen, raadplegen, dan kan het niet missen of wij worden getroffen door het steeds meer en meer dreigende gevaar van

hare nadering tot het westen van Europa; doch hoezeer het onmiskenbaar is, dat zij van uit het oosten hare verwoestingen steeds nader en nader aan de grenzen van Europa uitbreidt, is toch de weg, langs welken zij in ons werelddeel ingevoerd werd, vaak te veel vertakt, dan dat wij haar altijd gemakkelijk op den voet kunnen volgen, om met volkomen zekerheid aan te toonen, dat zij zich door het persoonlijk verkeer den weg naar Europa heeft gebaand. In Junij 1830 zien wij haar het eerst in Astrachan uitbreken en haren weg langs de Wolga vervolgen. In October van het zelfde jaar tast zij Odessa aan en verbreidt zich van daar in de Krim, terwijl zij den Ural opwaarts zich tot Uralsk uitbreidt. Het is blijkbaar dat zij zich hier reeds over eene uitgebreidheid heeft uitgestrekt van zoodanigen omvang, dat aan een geregeld vervolgen van haren weg niet te denken valt.

Ten aanzien van de tweede pandemie zij het genoeg op te merken, dat zij ook ditmaal zich het eerst te Astrachan in Julij 1847 vertoonde, en van daar weder langs de Wolga opwaarts zich verspreidde. Van Astrachan gaat zij langs hetzelfde stroomgebied tot Suratow naar Moscou, en tast in October Petersburg aan. Gelijktijdig zien wij haar heerschen in Klein-Azië, waar zij zich dit jaar niet verder dan tot Trebizonde en Broussa uitstrekte, terwijl zij zich in Constantinopel tot slechts weinige slagtoffers bepaalde. Ook in Egypte vertoonde zij zich terzelfder tijd, even als in Algerië en Tunis.

Wanneer wij dus deze beide pandemiën gadeslaan op het tijdstip, dat zij in Europa indringen, dan kunnen wij niet wel verwachten, dat zij eene algemeene overtuiging omtrent de overbrenging der cholera door het personenverkeer konden vestigen, en zal het ons niet bevreemden. dat de meening dergenen, die de miasmatische verspreiding voorstonden, meer en meer ingang vond. Geheel anders vertoont zich evenwel de tegenwoordige pandemie; wij kunnen hier met vrij groote naauwkeurigheid den weg aanwijzen, dien de cholera bij het indringen in Europa gevolgd heeft.

Wel had zij reeds sedert 1858 weder in Japan, in 1861 in het regentschap Pentjab in Britsch-Indië, in 1862 en 1863 in China met vernieuwde woede geheerscht; wel had zij reeds

hare heerschappij uitgebreid tot St. Mauritius, en in 1864 en 1865 onze Oost-Indische bezittingen hevig geteisterd; nog had zij evenwel de grenzen niet overschreden, die haar buiten Europa sloot. Het groote offerfeest, hetwelk in 1865 volgens den Islam eene buitengewone beteekenis had, vereenigde een schrikbarend groot aantal bedevaartgangers in de heilige plaatsen van Mekka en Medina. Men vindt dit getal in het rapport van den Franschen Minister aan den Keizer geschat op minstens 200,000 personen, terwijl het cijfer der offerbeesten, die bij deze plegtigheden geslagt werden, namelijk schapen en kameelen, op ongeveer een millioen berekend wordt. Het is buiten twijfel, dat van hier het uitgangspunt der epidemie moet gesteld worden. De offerfeesten waren afgeloopen en nog openbaarde zich de cholera niet, zoodat men de bedevaartgangers van Djeddah den terugtogt naar Suez liet ondernemen, zonder dat men maatregelen tegen eene eventuële verbreiding door deze personen meende te moeten nemen. Ik reken het niet van belang ontbloot uit een der rapporten der conferentie de volgende bijzonderheden mede te deelen. —

„Tot hiertoe heeft men niet met voldoende zekerheid het punt van uitgang kunnen aangeven. Het schijnt dat de epidemie bijna gelijktijdig te Djeddah, te Mekka en in de karavaan van Medina is uitgebarsten. Intusschen was het getal der aangetasten in de beide eerstgenoemde plaatsen niet belangrijk.

Den 23sten Mei openbaarde de cholera zich onder de bedevaartgangers, die van Medina naar Yambo reisden, om zich aldaar in te schepen. Het getal der bedevaartgangers, die op dat tijdstip te Yambo vereenigd waren, bedroeg ongeveer 6000, waarvan de helft naar Suez bestemd was. De toestand van die plaats moet toen allertreurigst geweest zijn. Er was volslagen gebrek aan levensmiddelen, zoodat deze lieden tot den 6den Junij aan den hongersnood ter prooi waren. Op dat tijdstip werd de ramp althans in zoo verre gelenigd, dat er levensmiddelen aangevoerd werden. Bij gemis van militaire magt konde de plaatselijke autoriteit de inscheping niet dan met groote moeite beletten, tot zoolang dat men de Egyptische regering van het dreigende gevaar verwittigd had. Die inscheping begon den 9den Junij. Opmerkelijk is het, dat onder zulke

ongunstige omstandigheden de epidemie aldaar niet langer dan 12 dagen duurde, en slechts 335 slagtoffers op eene bevolking van 10 à 12,000 zielen maakte."

Het blijkt evenwel dat de epidemie reeds vroeger haren weg naar Egypte gevonden had. Den 19den Mei kwam een Engelsch stoomschip met 1500 bedevaartgangers van Djeddah nabij Suez aan. Onderweg waren reeds verscheidene sterfgevallen voorgekomen. Den 20sten werd de kapitein van de stoomboot en zijne vrouw door de cholera aangetast. De bedevaartgangers werden met den spoorweg naar Suez vervoerd en reeds den 23sten kan men gevallen van cholera te Damanhour, aan den spoorweg, en te Suez aanwijzen. Den 1sten Junij vertrekt het schip de *Stella* met 97 passagiers, waaronder 67 bedevaartgangers naar Marseille, en wij hebben het aan de zorgvuldige navorschingen van GRIMAUD DE CAUX (*du Choléra etc.*, Paris 1866) te danken, dat wij in bijzonderheden de verbreiding der eerste gevallen langs den spoorweg en het zoetwater-kanaal van Suez kunnen vervolgen, en hier den draad vinden van hare overbrenging naar Marseille. De officiële opgave van de epidemie in deze stad duidt haren aanvang op den 23sten Julij aan; evenwel valt het niet moeijelijk te bewijzen, dat reeds vroeger aldaar verscheidene gevallen voorkwamen. Het meest gewigtige resultaat van den arbeid van GRIMAUD is, dat hij aangewezen heeft, dat nadat de *Stella* den 11den Junij te Marseille aangekomen was, reeds den 12den een der bedevaartgangers, die zij aan boord had, aldaar overleed, terwijl uit de verklaring van den kapitein bleek, dat hij den 9den Junij twee lijken over boord geworpen had.

Wij zien dus uit deze bijzonderheden, hoe de cholera haren weg naar Marseille heeft afgelegd. Van de andere zijde vinden wij hare verbreiding naar Smyrna, waar zij den 16den Junij zich het eerst vertoonde bij het kind eener waschvrouw; in de eerste dagen kwamen er slechts enkele gevallen voor, totdat zij den 1sten Julij eensklaps met groot geweld onder de Israëlieten uitbarstte. De verklaring voor het ontstaan dezer epidemie te Smyrna is niet ver te zoeken, daar, volgens het berigt van Dr. VON EICHSTORFF, geneesheer van het Nederlandsch nationaal hospitaal te Smyrna, schepen vrij aldaar werden toegelaten,

ofschoon in Alexandrië de cholera heerschte, omdat men aldaar niet op hun scheepspas vermeld had, dat de cholera te Alexandrië uitgebroken was.

Voor Constantinopel vinden wij weder met de meeste naauwkeurigheid de wijze van invoering uit Alexandrië aangegeven. Den 27sten Junij komt het Turksche oorlogsfregat *Mouk. biri-surur*, waarop OMER-PACHA de reis regtstreeks van Alexandrië gedaan had, te Constantinopel aan. De reis had slechts vijf dagen gevorderd. Wel hadden zich reeds bij het vertrek uit Alexandrië, waar destijds reeds de cholera heerschte, eenige gevallen van diarrhee aan boord van het fregat vertoond; ook onderweg hadden verscheidene manschappen der equipage daaraan geleden, doch allen zonder verontrustende gevolgen, totdat de ziekte bij twee personen dermate in hevigheid toenam, dat zij onder de onmiskenbare teekenen der cholera bezweken. Intusschen was het fregat de zee van Marmara reeds ingestoomd, de lijken werden over boord geworpen, en bij de aankomst te Constantinopel legden de kapitein en scheepsgeneesheer de verklaring aan het quarantaine-bureau af, dat, behalve OMER-PACHA, die in het laatste tijdperk van tering verkeerde, de bemanning en de reizigers gedurende den overtogt en op het tijdstip der aankomst eene volmaakte gezondheid genoten. Terwijl het fregat zich nergens onderweg opgehouden had en na het vertrek van Alexandrië geene besmette plaats had aangedaan, werd aan het personeel van dit schip het vrije verkeer toegestaan. Intusschen werd reeds des avonds van den 28sten een twaalftal personen van de equipage lijdende aan diarrhee naar het marine-hospitaal gebragt, waarvan één de meest uitgedrukte verschijnselen van cholera vertoonde en reeds dien zelfden nacht overleed. Den 30sten werden nogmaals negen lijders aan diarrhee ontscheept en naar hetzelfde hospitaal vervoerd, waarvan twee uitgedrukte gevallen van cholera. Van nu af zien wij de ziekte zich uitbreiden, eerst in de kazerne, die tegenover de landingsplaats van het oorlogsfregat gelegen is, alsmede in het hospitaal waar de eerste lijders opgenomen zijn. De epidemie, die Constantinopel zoo hevig teisterde, heeft van nu af post gevat en verbreidt zich spoedig zoowel in de nabijgelegene valei, waarin de voorstad Casim-Pacha gelegen is, als in het kamp op de hoogten van Okmeïdan

aan de uiterste grenzen van deze wijk, waarheen de troepen der kazerne, ten getale van ongeveer 2000, waren verplaatst.

Bij eene zoo duidelijk aangegevene wijze van ontstaan der epidemie, kan het niet bevreemden, dat men haar in hare verdere verbreiding als op den voet konde volgen, waartoe ook vooral de emigratiën van de vlugtelingen veel bijbragt. Het zoude mij intusschen te ver leiden, indien ik den verderen loop der epidemie, zoo als zij over de Zwarte zee, de Adriatische en Middellandsche zee haren weg door Europa voortzette, wilde vervolgen.

Mag men nu aannemen, dat de noodzakelijke voorwaarde voor de verbreiding der cholera is de onmiddellijke of middellijke mededeeling door de choleralijders, dan ligt het voor de hand dat men vooral op quarantaine-maatregelen de hoop gevestigd heeft om de ramp voor het vervolg te keeren; en terwijl de overal, doordringende verbreiding de bevolking van eene landstreek of werelddeel als in een digtgeweven net van besmetting inwikkelt, zal men met alle krachten en middelen moeten trachten het eerste indringen te verhinderen. De opgave aan de conferentie te Constantinopel gesteld, had ten doel daarvoor de middelen aan te wijzen. Talrijk zijn evenwel de plaatsen waar het gevaar dreigt. In het rapport over de maatregelen, die in het Oosten zouden moeten genomen worden, om eene herhaalde indringing der cholera in Europa te voorkomen, worden de beide wegen, namelijk die over land en die over zee aan een bepaald onderzoek onderworpen. Hoe groot ook de bezwaren zijn, die zich voordoen, wanneer men het gevaar van de zijde der gemeenschap over zee met goed gevolg zoude willen afkeeren, toch is het denkbaar, dat men daarin zoude kunnen slagen. Vooreerst vinden wij eene gunstige omstandigheid daarin, dat men bij den ingang der Roode zee door strenge maatregelen een slagboom tegen het indringen langs dien weg zoude kunnen stellen; dat men op de oevers van het Afrikaansche schiereiland in de Roode zee met strenge waakzaamheid het oog gevestigd hield; alles wat tot den pelgrimstogt van Mekka betrekking heeft onder zoodanig toezigt stelde, dat het gevaar, dat van die zijde dreigt, konde afgeweerd worden; dat men, wanneer de cholera aan den anderen oever der Roode zee, namelijk naar

Egypte werd overgebragt, zich van die zijde door strenge afsluitingsmaatregelen trachtte veilig te stellen.

Doch geheel anders is het geval wanneer wij het oog vestigen op den weg over land. Kan men verwachten dat de organisatie van den gezondheidsdienst in Perzië voldoende zal zijn om het voortschrijden eener epidemie, wanneer zij den Indus overgetogen is, en haren weg door Afghanistan en Beludchistan heeft vervolgd, te beletten? Zal het mogelijk zijn de Turksch-Perzische grenzen zoo te bezetten, dat het aangrenzende Kurdistan en Mesopotamië beveiligd worden? Kan men hopen het indringen door Bukarije en de Tartaarsche steppen door afsluitingsmaatregelen te verhinderen? Zullen de maatregelen op de Perzisch-Russische grenzen voor zoodanige uitvoering vatbaar zijn, dat men het gevaar van die zijde zal kunnen afwenden? Hoezeer in het laatstgenoemde Rapport de bijzonderheden omtrent de wegen van verbreiding der epidemiën langs den weg te land met veel zorg verzameld en daaruit de aanwijzing van de middelen naauwkeurig afgeleid en met juistheid mogen aangewezen zijn, werd de mogelijkheid dat men er in zoude slagen het doel te bereiken, bepaaldelijk door de Russische afgevaardigden ontkend. Dat het gevaar wel degelijk van dien kant vooral dreigt, leert ons de geschiedenis der vroegere epidemiën ten duidelijksten.

Wanneer wij hetgeen ik in korte en zeker zeer onvolledige trekken voor u ontwikkeld heb overzien, dan komt als van zelf de vraag voor den geest, of er dan wel gegronde hoop bestaat dat men er immer in zal slagen Europa tegen deze ramp te beveiligen? De middelen om haar van onze gewesten af te weren, wanneer zij eenmaal het land waar zij haren oorsprong neemt, heeft overschreden, zijn door eene treurige ondervinding onvermogend gebleken. Gaan wij met onze herinnering tot vroegere tijdperken terug, dan vinden wij slechts zeer onzekere berigten omtrent hare verbreiding van Indië uit. Maar wat daarvan zij, wij kunnen dit punt als eene zuiver historische vraag ter zijde laten. Wat ons, in verband met de opgave van de afwering der cholera, vooral van belang voorkomt, is het feit, dat zij tot in het begin van deze eeuw in Britsch-Indië beperkt bleef, dat zij gedurende de jaren 1817 en 1818 met eene ongekende woede zich verbreidde en reeds in het laatstge-

noemde jaar in ver verwijderde oorden, met name op St. Mauritius, zich openbaarde. Wij kunnen voor een deel de algemeene oorzaken, die deze hevige uitbarsting veroorzaakten, aanwijzen, doch behoeven ons daarin niet te verdiepen, daar het feit op zich zelf voor ons voldoende is. Het kwaad het naast bij zijn oorzaak aan te tasten, zal wel de zekerste weg zijn om het doel te bereiken. Daarop heeft de Engelsche regering dan ook in de laatste jaren de aandacht gevestigd. Het zijn vooral de groote en ongelooflijke ophoopingen van menschen op de bedevaartplaatsen in Indië, waarvan het gevaar van de verbreiding der cholera dreigt. Reeds heeft de ondervinding te Juggurnath en Conjeveran geleerd met welk gunstig gevolg de hygiënische maatregelen tegen de ontwikkeling der cholera onder die enorme menschenmassaas kunnen toegepast worden. Zoude het wel eene overdrevene verwachting moeten genoemd worden, indien men zich met de hoop vleide, dat het den krachtigen wil der Engelsche regering zal gelukken, door doeltreffende maatregelen deze ramp in het land, vanwaar zij haren oorsprong neemt, te beteugelen? De pogingen daartoe, zij mogen volledig slagen of slechts voor een deel gelukken, zullen reeds op zich zelve eene weldaad voor de bevolking zijn. En wanneer de ziekte dus in hare hevige woede beteugeld wordt, zoude men te eerder mogen verwachten, dat zij weder als vroeger binnen de grenzen van Indië beperkt bleef.

Doch buitendien zal men in het belang der volken met regt mogen eischen, dat zooveel mogelijk gewaakt worde, om te voorkomen dat de cholera van Indië uit de grenzen overschrijdt. Van de zijde der gemeenschap over zee is het niet moeijelijk daarvoor de middelen aan te wijzen, maar voor de gemeenschap over land, stuit men weder op groote bezwaren. Wanneer wij intusschen in aanmerking nemen, dat reeds maatregelen door de Engelsche regering genomen zijn om in Indië zelf de verbreiding der cholera door de bedevaartgangers te beteugelen, zoo als bijv. te Bombay, dan acht ik het niet onwaarschijnlijk, dat door dit beginsel, op ruime schaal toegepast, de gewenschte uitkomst voor de beveiliging van Europa tegen de ramp, die haar steeds uit Indië bedreigt, konde verkregen worden.

En nu ten slotte! Wat mogen wij wachten van de pogingen

om aan de verbreiding der cholera uit het Oosten perk te stellen? Indien wij er al niet in kunnen slagen het gevaar met voldoende zekerheid van alle kanten af te weren, zeker zal men althans niet mogen verzuimen, zich met de middelen van afwering te wapen en waar men bij magte is den dreigenden stroom te keeren. Het is de weg over zee die kan bewaakt worden, maar daarvoor baat het niet of al hier of daar quarantaines ingesteld worden; men moet begrijpen, dat alleen door krachtige zamenwerking van alle mogendheden, door wier staten de cholera zijnen weg kiest, het groote doel kan bereikt worden. De quarantaine moet vooral aangemerkt worden als een maatregel, die niet slechts dient tot eigene veiligheid, maar die nog meer moet strekken om de volken te bevrijden van eene ziekte, die haar moorddadig geweld met onverbiddelijke hevigheid doet gevoelen, wanneer zij eenmaal tot hen voortgedrongen is. De regeling van deze zaak als internationaal belang is van het grootste gewigt, en zoo de conferentie te Constantinopel daartoe een krachtigen aanstoot mogt geven, zoude zij eene schoone taak vervuld hebben.

WAARNEMINGEN

OVER DEN

GROEI VAN DEN PLANTENSTENGEL

BIJ DAG EN BIJ NACHT

DOOR

N. W. P. RAUWENHOFF.

VOORGEDRAGEN IN DE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE
VAN DEN 26sten JANUARI 1867.

In de zitting der Fransche Akademie van 9 April des vorigen jaars deelde DUCHARTRE de uitkomst mede van waarnemingen, door hem in den nazomer van 1865 gedaan, ten opzichte van den lengtegroei der planten op onderscheiden tijden van den dag. Die uitkomst was afwijkende van hetgeen men tot heden aannam, in zoo verre daaruit volgde, dat de planten steeds des nachts meer zouden groeien dan over dag. DUCHARTRE vond toen geen vrijheid, om uit zijne niet zeer talrijke waarnemingen algemeene besluiten te trekken, maar hij wekte op, om het verschijnsel op verschillende plaatsen en tijden te bestudeeren, en door eene groote verscheidenheid van onderzoekingen het nog duistere op te helderen.

Dit gaf mij aanleiding, om in den afgeloopen zomer in den Hortus Botanicus te Rotterdam op verschillende planten eene reeks van metingen te doen plaats hebben. Van de uitkomsten, welke dit onderzoek heeft opgeleverd, neem ik de vrijheid aan de Afdeeling verslag uit te brengen. Vooraf zij het mij geoorloofd, een vluchtigen blik te werpen op hetgeen vorige natuuronderzoekers in dit opzicht hebben gevonden.

Reeds in 1793 zijn over den lengtegroei van den plantenstengel waarnemingen bekend gemaakt. VENTENAT *) onderzocht den snellen groei van de bloemsteng van eene oude Fourcroya gigantea te Parijs, welke in 77 dagen eene lengte van 22½ voet bereikte. Hoewel zijne waarnemingen niet talrijk genoeg waren, om daaruit vele bijzonderheden af te leiden, zoo bleek het toch, dat de plant bij dag sneller groeide dan bij nacht, en wel het snelst op de warmste dagen.

Later heeft ERN. MEYER nauwkeuriger den periodischen groei der planten onderzocht: vooreerst bij de bloemsteng van Amaryllis Belladonna †), daarna bij onderscheidene grassoorten §). In beide gevallen vond hij veel sterker groei over dag dan 's nachts, en bij dag meer in de morgenuren (van 8u tot 2u nam.) dan in den namiddag.

MEYEN, de schrijver van het bekende werk over plantenphysiologie, heeft deze onderzoekingen herhaald met dezelfde uitkomst **), maar bij het bespreken van zijne en van MEYER's resultaten kan hij niet nalaten op te merken, dat de Agavesoorten steeds in den namiddag de grootste hoeveelheid sap geven, hetgeen hij eenigermate in tegenspraak acht met de vermelde uitkomsten, naardien men uit een snelleren groei wel tot een sneller toestroomen van voedingsvocht zou mogen besluiten.

Deze uitkomst, een grooteren groei bij dag dan bij nacht, verkreeg later ook J. MÜNTER ††), na zeer zorgvuldige metingen van den lengtegroei van den algemeenen bloemsteel van Pelargonium triste.

Ongeveer terzelfder tijd maakte het geachte rustend lid der Akademie, de Hoogleeraar CL. MULDER §§), omtrent den groei

---

*) *Bulletin de la Soc. philomatique* (1795), I. p. 651. Aangehaald bij MEYEN, *N. System d. Pflanzenphysiol.* II. p. 331.

†) *Verhand. d. Vereines z. Beförd. d. Gartenbaues in den Preuss. Staaten.* V. 110 (1828).

§) *Linnaea* 1829, p. 98.

**) II. 352.

†† *Bot. Zeit.* I. p. 125 (1843).

§§) *Bijdragen tot de Natuurk. Wet.* IV. 251—262 en 420—428 (1829).

der bladen van Urania speciosa een tal van nauwkeurige waarnemingen bekend, welke eene geheel andere uitkomst gaven. De metingen, van 's morgens 5 ure tot 's nachts 12 ure meestal van uur tot uur gedaan, bleek, dat de genoemde bladen gedurende den nacht in den regel meer groeiden dan over dag. De groei was in de vroege morgenuren van 5—7, tot 8 en soms tot 9 uur bijzonder sterk, verminderde dan allengs, om van 11—4 ure nam. stil te staan, daarna weêr te beginnen, en in de avonduren, vooral van 8 tot 12 ure, nog sterker te worden dan in den voormiddag. Deze metingen hadden plaats in de tweede helft van Juni, dus gedurende de langste dagen van het jaar.

In de daarop volgende jaren hebben wij nog meer onderzoekingen van landgenooten te vermelden.

In 1836 deed de Hoogleeraar DE VRIESE *) mededeeling van eenige waarnemingen ten opzichte van den groei van twee Agave americana, welke in den zomer van 1835 op het landgoed Sparenberg bij Haarlem gebloeid hadden, en waarvan de eene in 71 dagen eene lengte van 7,23 Ned. el had bereikt. Bij beide planten was, met uitzondering van enkele dagen, de groei des nachts steeds minder geweest dan die over dag.

In gelijken zin was de uitkomst der metingen, door denzelfden natuuronderzoeker later in 1847 gedaan, bij gelegenheid van den bloei van een Agave americana in den Hortus Botanicus te Leiden †). De aanwas van den dag overtrof ook hier, in verreweg het grootste getal dagen, dien van den nacht, hetgeen door den Heer DE VRIESE bovenal wordt toegeschreven aan de hoogere temperatuur gedurende den dag. Slechts enkele malen was de groei van dag en nacht gelijk (z. a. 23 Juni, 21 Juli, 7 Aug.) of was de laatste grooter (z a. 29 Juli, 31 Juli, 3 Aug.). Daarentegen op het laatst van den lengtegroei des bloemstengels van (10—28 Aug.) overtrof de aanwas van den nacht regelmatig dien van den dag. Hier zien wij bij de opvolgende ontwikkeling eener zelfde plant nu eens sterker

*) *Tijdschr. v. Nat. Gesch. en Physiol.* van VAN DER HOEVEN en DE VRIESE. III. bl. 31—52.

†) *Ned. Kruidk. Archief* III. p. 236—253.

groei over dag, dan weder des nachts, hoewel de algemeene som toch een snelleren wasdom over dag aanwijst. Ditzelfde verschijnsel zullen wij ook bij latere onderzoekingen ontmoeten.

De vriese tracht de waargenomen feiten te verklaren uit den meer vochtigen toestand van den nachtelijken dampkring, en brengt ze in verband met het vreemde verschijnsel, door hem eenige dagen waargenomen, dat de bloemstengel op den middag korter zou zijn dan des morgens te voren. Zonder thans in eene beoordeeling dier gissing te treden, vermeld ik alleen, dat dezelfde ijverige waarnemer ons nog twee andere reeksen van waarnemingen van lengtegroei heeft bekend gemaakt *). De eene is eene reeks van metingen, door den Heer teysmann te Buitenzorg gedaan op een bloemstengel van Agave lurida, van 24 Jan. tot 25 April dagelijks te 7u 's morg. en te 3u nam., waaruit blijkt, dat de gemiddelde groei van 7u—3u, d. i. in 8 uren over dag, was 0.033, en van 3u nam. tot 7u 's morg., d. i. in de 16 overige uren, 0.046 dagelijks, dus 0.013 meer. Het zou echter voorbarig zijn, hieruit af te leiden, dat bij genoemde plant de nachtelijke groei grooter was geweest; want al zijn de uren van 7 tot 3 juist die der tropische zonnewarmte, de andere periode omvat de dubbele tijdruimte, en men zou alzoo bij gelijkmatigen groei een tweemaal grooter cijfer dan in de eerste periode moeten gevonden hebben. Dit nu is het geval niet, en bij het nagaan der waarnemingscijfers zelve vindt men onderscheidene voorbeelden, dat de aanwas in de bedoelde 8 uren grooter is geweest dan in de overige 16 van het etmaal (b. v. 26—28 Jan., 1, 14—16, 18 Febr., 16, 26—27 Maart). Ik vermoed daarom, dat zoo de uren van waarneming zoodanig gekozen geweest waren, dat het etmaal nagenoeg in gelijke helften was verdeeld, men gevonden zou hebben, dat perioden van grooteren nachtelijken groei afwisselden met tijden van sterker groei over dag, zoo als nu reeds duidelijk is uit de door den Heer teysmann gegeven cijfers, wanneer men den groeitijd in eenige afdeelingen splitst.

De tweede reeks van waarnemingen zijn metingen in 1829

*) *Ned. Kruidk. Archief*, III. blz. 193—201.

te Leiden op eene bloeijende plant van dezelfde soort gedaan, welke DE VRIESE ter vergelijking naast die van TEYSMANN plaatste. Deze waarnemingen kunnen voor ons doel echter geen licht geven, daar zij slechts éénmaal in de 24 uren hebben plaats gehad.

Eenige jaren voor het verschijnen der laatstgenoemde waarnemingen, maakte ons geacht medelid, de Hoogleeraar HARTING, een onderzoek van den groei van den hopstengel bekend *), hetwelk in uitvoerigheid en nauwkeurigheid alle vorige nasporingen verre achter zich liet. Van 1 Maart tot 29 Julij werd driemaal in de 24 uren (nam. te 7^{u} 's morg., 3^{u} nam. en 11^{u} 's av.) de lengtegroei van den hopstengel opgeteekend, met gelijktijdige waarneming van de luchtgesteldheid, de hoeveelheid gevallen regen, de richting en kracht van den wind, den stand van barometer, psychrometer en van den thermometer in de lucht (zoowel in de schaduw, als nevens de plant) en in den grond. Aangezien de Heer HARTING meende opgemerkt te hebben, dat de onderscheidene takken van eene zelfde plant niet steeds gelijken tred hielden in dagelijkschen groei, zoo sneed hij van de aan de proef onderworpen plant alle stengels weg op drie na, die gelijktijdig gemeten werden. Door verschillende omstandigheden werd echter het onderzoek slechts met een dier stengels ten einde toe voortgezet.

Van de verschillende uitkomsten door den schrijver verkregen, vermeld ik alleen die, welke met mijn onderwerp in onmiddellijk verband staan. Zij zijn de volgende: 1°. Er heeft in den aanvang van den groeitijd eene dagelijks toenemende versnelling plaats, welke onafhankelijk is van de uitwendige invloeden; deze versnelling heeft haar maximum bereikt omstreeks het begin van Juni, en daarop ontstaat eene dergelijke toenemende vertraging van den groei, welke inzonderheid merkbaar wordt bij het verschijnen der bloemknoppen; na de ontluiking der bloemen neemt de groei meer en meer af en houdt geheel op in het tijdperk der bevruchting. 2°. In den aanvang overtreft de groei van 7—3 ure de som van den groei in de beide andere tijdperken van het etmaal; maar, al naar gelang de stengel langer wordt, versterkt de groei in deze laatste en vermin-

*) *Tijdschr. v. nat. gesch. en physiol.* Dl. IX. blz. 296—348 (1842).

lert hij in het eerste, zoodat eindelijk in het begin van Juni le tijd van den sterksten groei in het tweede tijdperk, d. i. van 3—11 ure, valt.

In de latere jaren zijn weder eenige bijdragen tot ons onderwerp geleverd.

Toen in 1859 DUCHARTRE door een opzettelijk onderzoek den aard van het merkwaardige verschijnsel der waterafscheiding bij de bladen van Colocasia antiquorum *) trachtte te leeren kennen, verrigtte hij ook eenige metingen van den dagelijkschen groei dier bladen. Des morgens te 6 ure en des avonds te 8 ure werden van jonge, nog niet volwassen bladen de lengte en de breedte van de bladschijf en de lengte van den bladsteel afzonderlijk gemeten. De schrijver leidt hieruit geene gevolgtrekkingen af ten opzichte van het punt, dat ons thans bezig houdt; maar uit de door hem opgegeven cijfers blijkt, dat de groei in elk der genoemde deelen over dag sterker was dan des nachts, en dat dit resultaat hetzelfde bleef ook dan, wanneer men de verlenging van 6u 's morg. tot 8u 's av., (d i. in 14 uren) en die van 8u 's av. tot 6u 's morg., (d. i. in 10 uren), beide réduceert tot eene tijdruimte van 12 uren.

Men ziet, deze uitkomst is juist in tegenovergestelden zin van die, welke dezelfde schrijver onlangs bij zijne jongste proeven verkreeg, en welke, zoo als in den aanhef van dit opstel gezegd is, de aanleiding was tot het tegenwoordig onderzoek. In deze laatste proeven †) nam DUCHARTRE gedurende den nazomer van 1865 de dagelijksche verlenging waar bij Vitis vinifera (van 6 Aug. tot 8 Sept.), bij eene aardbezieplant (20 Aug.—10 Sept.), bij Humulus Lupulus L. (21 Aug.—5 Sept.), Althaea rosea Cav. (20 Aug.—10 Sept.) en bij 2 Gladiolus gandavensis Hort. (19—30 Aug.). Bij alle planten vond hij nagenoeg elk etmaal de verlenging gedurende den nacht veel aanzienlijker dan over dag. Wanneer men de som van den groei van beide neemt, dan vindt men:

bij Vitis vinifera 447.5 mm., waarvan over dag 164 d. i. 36.6 pCt. en 's nachts 283.5 d. i. 63.4 pCt.;

---

*) *Ann. des Sc. Nat.* 4e Sér. XII. p. 271.

†) *Comptes Rendus*, LXII. p. 815—822, 9 Avril 1866.

bij de Aardbezieplant 33.7 pCt. over dag en 66.3 pCt. 's nachts;

bij Humulus Lupulus en bij Althaea rosea een resultaat in denzelfden zin (hoewel de cijfers door DUCHARTRE niet genoemd worden),

en bij Gladiolus 24.6 en 28.2 pCt. over dag en 75.4 en 71.8 pCt. des nachts.

DUCHARTRE was zelf verbaasd over deze uitkomst en hij vroeg zich af, of misschien het ver gevorderde seizoen daarop invloed kon hebben, in verband met hetgeen de Heer HARTING van eene verplaatsing van het maximum der groei-intensiteit meende opgemerkt te hebben.

Eindelijk hebben wij uit den jongsten tijd nog de waarnemingen van MARTINS te Montpellier en van WEISS te Lemberg te vermelden.

MARTINS observeerde den groei van een bloemstengel van Dasylirion gracile, die van 1—23 Juni 1866, d. i. in 23 dagen eene lengte van 2.881 met. bereikte. Hiervan werd eene lengte van 1.266 met. gevormd gedurende den nacht en 0.793 met. over dag, zoodat de nachtelijke groei tot dien over dag stond als 1 : 0.63. De snelste groei had plaats tusschen 3 en 6 ure in den morgenstond en daarna tusschen 9u des avonds en middernacht.

MARTINS maakt hierbij de opmerking, dat dit voorbeeld niet alleen staat. In Juli 1854 vormde een Dasylirion gracile eenen bloemsteng, die zich 1.18 met. verlengde des nachts en slechts 0.96 met. over dag, zoodat ook hier de nachtelijke groei de overhand had en tot dien over dag stond als 1 : 0.81. Dezelfde plant bloeide weder in Juni en Juli 1862, met eene bloemsteng ter lengte van 1.63 met. De verhouding tusschen den groei 's nachts en over dag was weder als 1 : 0.85.

Nagenoeg dezelfde betrekking (nam. als 1 : 0.88) vond hij ook bij een Phormium tenax, waarvan de bloemsteng, den 3den April 1854 te voorschijn gekomen, in 45 dagen eene hoogte van 1.363 met. bereikte.

WEISS *) eindelijk geeft ons een tal van waarnemingen, op eene bloeijende Agave Jacquiniana Schult. van 3 April—25

*) In KARSTEN, *Botan. Untersuchungen.* Heft II. p. 129 - 142 (1866).

Mei 1864 in den botanischen tuin te Lemberg gedaan, driemaal in 24 uren (nam. te 6u 's morg., 12u 's midd. en 10u 's av.). Daaruit bleek het volgende:

1°. De lengtegroei was in de namiddaguren (d. i. van 12 tot 10u 's av.) het geringste, nam. 0.77 met. in het geheel of gemiddeld 1.5 mm. per uur; in den nacht (d. i. van 10u 's av. tot 6u 's morg.) klom de groei en bedroeg in het geheel 0.79 met. of gemiddeld 2.2 mm. per uur. Het sterkst was de groei in de morgenuren (van 6u—12u voorm.) nam. in het geheel 0.80 met., gemiddeld per uur 2.7 mm.

2°. Hoewel het algemeene resultaat een grooteren groei over dag aantoont, zoo kon men toch bij de ontwikkeling van de bedoelde bloemschacht eenige perioden onderscheiden, waarin de groei gedurende een zekeren tijd van het etmaal overwegend was. Weiss noemt als zoodanig de volgende:

1e Periode. Grootere groei des *nachts* (8 dagen, van 3—12 April).

2e Periode. Krachtiger groei in den *namiddag* (10 dagen, van 12—22 April).

3e Periode. Overwegende groei des *morgens* (7 dagen, van 22—29 April).

4e Periode. Overwegende groei des *nachts* (7 dagen, van 29 April—6 Mei).

5e Periode. Overwegende groei des *morgens* (13 dagen, van 6—19 Mei).

6e Periode. Overwegende groei des *nachts* (6 dagen, van 19—26 Mei).

De tijdvakken van grooteren groei des morgens omvatten te gelijk den tijd van de grootste verlenging van den bloemstengel, terwijl die van den nachtelijken groei den tijd van grootsten aanwas in de dikte aanduiden. Dit zamentreffen is, zoo als Weiss opmerkt, niet zonder gewicht, daar het grond geeft aan het vermoeden, dat het volle daglicht vooral gunstig is voor de verlenging der cellen, en dat het proces der celdeeling des nachts plaats vindt.

Uit dit vluchtig overzicht blijkt voldoende, dat de uitkomsten der verschillende onderzoekingen in geenen deele gelijk-

luidend zijn. Terwijl VENTÉNAT, MEYER, MEYEN, MÜNTER, DE VRIESE, HARTING en DUCHARTRE (in zijne waarnemingen op Colocasia antiquorum) een grooteren groei bij dag bespeuren, vinden CL. MULDER, MARTINS en DUCHARTRE (in zijne jongste proeven een sterkeren groei des nachts; bij de onderzoekingen van TEYSMANN, DE VRIESE en WEISS is daarentegen het resultaat bij perioden verschillend. Een nader onderzoek der vraag mag dus niet overbodig heeten.

Ik sluit hieraan thans onmiddellijk mijne waarnemingen, om vervolgens uit een en ander enkele gevolgtrekkingen af te leiden.

In den zomer van 1866 is de lengtegroei van onderscheiden planten gemeten van den 15den Juni tot het einde van den groei in den herfst. De metingen geschiedden dagelijks te 6u 's morg., te 12u 's midd. en te 6u 's av. onder gelijktijdige opteekening van de temperatuur en de weersgesteldheid. De aan de proef onderworpen planten waren *Bryonia dioica*, *Vitis orientalis*, *Wistaria chinensis* Dec. en *Cucurbita Pepo*, alle buiten staande in den vollen grond; de drie eerstgenoemde als leiplanten aan eene houten schutting geplaatst, en wel Bryonia dioica en Vitis orientalis naar het oosten, Wistaria chinensis naar het westen gekeerd. Van Cucurbita Pepo werden twee planten onderzocht; beide op den grond liggende, de eene met den top der as naar het noorden, de andere naar het zuiden gekeerd, doch zoodanig dat beide gelijktijdig en even lang door de zon beschenen werden.

Bij het begin der proefneming hadden de jonge loten der drie eerstgenoemde planten reeds eene zekere lengte bereikt. De aan het onderzoek onderworpen tak was bij Bryonia den 14den Juni 0.753 met. lang, bij Vitis 0.737 en bij Wistaria 0.601. Het einde van den groei had bij de onderscheiden planten op zeer uiteenloopende tijden plaats, namelijk bij Bryonia den 17den Aug., bij Vitis den 15den Sept. en bij Wistaria den 20sten Sept.

De tak van Bryonia, die voor de waarnemingen diende, werd den 2den Juli door vergissing van een der tuinknechts gesnoeid, waarop de metingen den 5den Juli met een anderen gesnoeiden tak derzelfde plant werden voortgezet, welke tak bij het begin der metingen 0,248 lang was. Bij Wistaria werd den 18den Augustus de top van den tak, die voor de waar-

nemingen dierde, bij ongeluk een weinig gekneusd, waarop terstond; ten einde geene onjuiste uitkomsten te verkrijgen, een andere tak derzelfde plant die eene lengte had van 0,348 met. voor de metingen bestemd werd.

De Heer HARTING heeft aanbevolen om, bij dergelijke onderzoekingen, van de plant die tot de waarneming dienen moet alle andere stengels behalve den voor het onderzoek bestemden weg te snijden, omdat niet alle takken steeds gelijkelijk groeien. Het kwam mij bij de genoemde planten niet wenschelijk voor, dit toe te passen, want zoo men bij meerjarige planten met houtigen stam alle loten op één of twee na wegneemt, verbreekt men het natuurlijk verband tusschen stengel en wortel; men heeft dan later als gevolg hiervan telkens een aantal adventiefknoppen wegtesnijden en dus weêr nieuwe wonden te maken. Het was mij bij mijne proeven te doen, om den normalen gang der ontwikkeling te bespieden. Dit kon alleen geschieden door de plant zooveel mogelijk in normalen toestand te laten. Bovendien al is het ook waar, dat de eene tak steeds grooter lengte bereikt dan de andere, men mag toch wel aannemen, dat de verschillende takken eener zelfde plant, aan dezelfde invloeden blootgesteld, denzelfden gang van ontwikkeling zullen volgen, en hierom, niet om de absolute lengtemaat was het hier te doen.

Mijne waarnemingen op Cucurbita hebben dit vermoeden bevestigd. Bij deze zaaiplanten, die nog klein waren toen de metingen begonnen, en waarvan ik alzoo nagenoeg de geheele ontwikkeling kon nagaan, zijn aanstonds alle stengels op één na verwijderd. Gelijk de straks volgende cijfers kunnen aantoonen, week bij deze planten de algemeene gang van den groei niet af van dien der takken der andere planten.

Ten opzichte dier Cucurbita-planten heb ik nog eene opmerking. De beide planten, gelijktijdig gezaaid en verplant, de eene met den kop naar het Noorden, de andere naar het Zuiden gericht, vertoonden van den 19den Juni tot den 27sten Juli nagenoeg geen onderscheid in groei, totdat op dien datum, bij de eene door een ongeluk met het meten, de stengel bijna geheel afbrak. Het bovengedeelte van den stengel begon eenigszins te verwelken, zoodat reeds besloten werd deze plant niet meer te

observeeren. Doch den volgenden dag bleek het, dat het grootendeels afgebroken stuk niet zou afsterven, maar voedsel ontving door middel van het klein gedeelte, waarmede het nog aan de moederplant vasthing.

Intusschen had in de eerste dagen geen noemenswaardige lengtegroei plaats, niet meer dan hoogstens 1 à $1\frac{1}{2}$ Ned. duim in de 24 uren. Allengs herstelde zich de gebroken stengel en begon langer te worden, hoewel nog niet in dezelfde verhouding als de andere. Deze ging bloeien en zette vrucht; bij den gebroken stengel kwamen eenige dagen later ook bloemen te voorschijn zonder vrucht te vormen, doch langzamerhand begon nu eene krachtiger ontwikkeling; de schade werd ingehaald en den 11den September had de gebroken stengel eene lengte van 4,905 met., terwijl de ander slechts 4,839 lang was. Daar zich omstreeks dien tijd een aanzienlijk verschil in groei-intensiteit bij beide begon te vertoonen, werden de metingen van beide stengels voortdurend afzonderlijk opgeteekend. De uitkomsten dier metingen zijn in onderstaande tabel naast elkander geplaatst. De grootere lengte, welke de gebroken stengel ten slotte verkreeg, mag niet uitsluitend aan het aborteeren der vruchten worden toegeschreven, want in het laatst van September vormde zich ook hier eene vrucht, die behoorlijk rijp werd en in grootte voor die van den anderen stengel weinig of niet onderdeed. Gedeeltelijk kan misschien de oorzaak gevonden worden in de geringere hoeveelheid van stoffen, die tot vruchtvorming gebruikt werden. De niet gebroken stengel (dien ik A zal noemen) droeg namelijk twee vruchten, de eene 0,25 met. lang, 0,18 breed en wegende 6 kil., de ander 0,27 lang, 0,155 breed en 5,9 kil. zwaar; terwijl de gebroken stengel (B) ééne vrucht had, 0,245 lang, 0,17 breed en 5,9 kil. wegende.

Gedeeltelijk had het verschijnsel een anderen grond. De gebroken stengel had blijkbaar veel langer in het najaar zijne groeikracht behouden, al had ook bij beide op denzelfden dag (den 21sten October) het einde van den groei plaats.

Ik laat thans de gevonden cijfers der metingen volgen, welke na het gezegde geen verklaring zullen behoeven. Den 16den en 17den Juli zijn geene metingen gedaan, zoodat van deze dagen alleen de totale groei bekend is.

STAAT 1.

BRYONIA DIOICA.

DATUM.	GROEI BIJ DAG.			DES NACHTS.	GROEI IN 24 UREN.	AANMERKINGEN.
	voorm. van 6u.—12u.	nam. van 12u. tot 6u. av.	van 6u. morg. tot 6u. av.	van 6u. av. tot 6u. morg.		
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Juni 14	—	—	—	10	—	
15	15	15	30	15	45	
16	8	7	15	4	19	
17	20	6	26	6	32	
18	4	4	8	12	20	
19	10	4	14	18	32	
20	5	11	16	20	36	
21	9	15	24	22	46	
22	13	9	22	12	34	
23	6	11	17	9	26	
24	17	12	29	20	49	
25	10	20	30	17	47	
26	3	12	15	17	32	
27	6	10	16	6	22	
28	6	4	10	3	13	
29	8	10	18	7	25	
30	5	7	12	9	21	
Juli 1	9	2	11	9	20	
2	—	—	—	—	—	De tak bij vergissing gesnoeid. Den 5 Juli een anderen tak derzelfde plant genomen.
3 en 4	—	—	—	—	—	
5	—	—	—	13	—	
6	4	2	6	6	12	
7	2	4	6	9	15	
8	12	14	26	10	36	
9	8	7	15	14	29	
10	10	14	24	24	48	
11	14	13	27	21	48	
12	12	15	27	23	50	
13	12	22	34	21	55	
14	15	11	26	12	38	
15	25	9	34	—	164 (15–17)	Van 15 Juli 6u. 's av. tot 18 Juli 6u. 's morg. is de tak 180 mm. gegroeid.
16	—	—	—	—		
17	—	—	—	—		
18	10	4	14	13	27	
19	7	13	20	16	36	
20	8	4	12	14	26	
21	3	7	10	10	20	

BRYONIA DIOICA.

DATUM.	GROEI BIJ DAG.			DES NACHTS.	GROEI IN 24 UREN.	AAN-MERKINGEN.
	voorm. van 6u.—12u.	nam. van 12u. tot 6u. av.	van 6u. morg. tot 6u. av.	van 6u. av. tot 6u. morg.		
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Juli 22	8	6	14	16	30	
23	3	9	12	9	21	
24	10	13	23	5	28	
25	5	7	12	6	18	
26	9	5	14	17	31	
27	6	2	8	6	14	
28	10	7	17	3	20	
29	3	13	16	12	28	
30	4	5	9	6	15	
31	4	4	8	3	11	
Aug. 1	3	7	10	5	15	
2	4	4	8	7	15	
3	3	15	18	12	30	
4	5	9	14	6	20	
5	3	1	4	3	7	
6	1	3	4	3	7	
7	2	2	4	2	6	
8	4	4	8	4	12	
9	2	1	3	0	3	
10	0	1	1	2	3	
11	2	2	4	1	5	
12	0	1	1	1	2	
13	0	2	2	2	4	
14	0	1	1	1	2	
15	2	1	3	2	5	
16	0	1	1	0	1	
17	0	0	0	0	0	Einde van den groei.

STAAT II.

WISTARIA CHINENSIS *DEC.*

DATUM.	GROEI BIJ DAG. voorm. van 6u.—12u.	GROEI BIJ DAG. nam. van 12u. tot 6u. av.	GROEI BIJ DAG. van 6u. morg. tot 6u. av.	DES NACHTS. van 6u. av. tot 6u. morg.	GROEI IN 24 UREN.	AANMERKINGEN.
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Juni 14	—	—	—	9	—	
15	6	4	10	3	13	
16	5	6	11	2	13	
17	6	9	15	2	17	
18	2	1	3	4	7	
19	6	2	8	12	20	
20	6	6	12	12	24	
21	5	18	23	18	41	
22	9	9	18	20	38	
23	4	16	20	18	38	
24	10	13	23	26	49	
25	18	24	42	30	72	
26	10	23	33	28	61	
27	10	18	28	31	59	
28	20	34	54	27	81	
29	14	22	36	33	69	
30	10	22	32	21	53	
Juli 1	21	3	24	14	38	
2	5	10	15	15	30	
3	3	4	7	12	19	
4	2	7	9	13	22	
5	2	10	12	9	21	
6	3	5	8	13	21	
7	4	1	5	9	14	
8	8	9	17	16	33	
9	9	12	21	23	44	
10	9	23	32	22	54	
11	13	26	39	36	75	
12	10	29	39	26	65	
13	17	38	55	32	87	
14	11	32	43	27	70	
15	22	16	38	—	158	Van 15 Juli 's av. 6u. tot 18 Juli 's morg. 6u. was de groei 120 mm.
16	—	—	—	—		
17	—	—	—	—		
18	10	12	22	19	41	
19	15	13	28	14	42	
20	14	8	22	21	43	
21	4	10	14	16	30	

WISTARIA CHINENSIS *DEC.*

DATUM.	GROEI BIJ DAG.			DES NACHTS.	GROEI IN 24 UREN.	AANMERKINGEN.
	voorm. van 6u.—12u.	nam. van 12u. tot 6u. av.	van 6u. morg. tot 6u. av.	van 6u. av. tot 6u. morg.		
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Juli 22	14	12	26	13	39	
23	6	14	20	19	39	
24	8	16	24	18	42	
25	7	15	22	18	40	
26	12	8	20	21	41	
27	2	13	15	11	26	
28	9	24	33	19	52	
30	3	6	9	7	16	
31	3	12	15	5	20	
Aug. 1	4	6	10	10	20	
2	4	15	19	9	28	
3	6	14	20	17	37	
4	5	8	13	11	24	
5	5	15	20	15	35	
6	10	5	15	9	24	
7	3	5	8	8	16	
8	12	8	20	6	26	
9	2	17	19	10	29	
10	8	5	13	4	17	
11	8	12	20	10	30	
12	5	6	11	7	18	
13	12	5	17	15	32	
14	16	11	27	18	45	
15	7	11	18	15	33	
16	9	10	19	11	30	De eindknop van den tak beschadigd.
17	—	—	—	—	—	Een andere tak werd genomen, lang 348 mm.
18	6	7	13	13	26	
19	7	15	22	20	42	
20	18	13	31	19	50	
21	14	10	24	27	51	
22	13	11	24	15	39	
23	9	18	27	18	45	
24	15	23	38	23	61	
25	18	23	41	24	65	
26	23	19	42	33	75	
27	11	13	24	14	38	
28	10	11	21	9	30	
29	11	17	28	16	44	

WISTARIA CHINENSIS *DEC.*

DATUM.	GROEI BIJ DAG. voorm. van 6u.—12u.	nam van 12u. tot 6u. av.	van 6u morg. tot 6u. av.	DES NACHTS. van 6u. av. tot 6u. morg	GROEI IN 24 UREN.	AANMERKINGEN.
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Aug. 30	7	9	16	11	27	
31	3	8	11	7	18	
Sept. 1	7	15	22	22	44	
2	13	10	23	13	36	
3	4	11	15	7	22	
4	6	8	14	13	27	
5	10	15	25	13	38	
6	8	14	22	17	39	
7	16	12	28	15	43	
8	9	11	20	12	32	
9	6	9	15	17	32	
10	10	11	21	11	32	
11	5	7	12	7	19	
12	6	8	14	9	23	
13	3	4	7	9	16	
14	3	7	10	5	15	
15	0	2	2	3	5	
16	2	0	2	3	5	
17	2	0	2	2	4	
18	0	1	1	1	2	
19	0	1	1	1	2	
20	0	0	0	0	0	

STAAT III.

VITIS ORIENTALIS.

DATUM.	GROEI BIJ DAG.			DES NACHTS.	GROEI IN 24 UREN.	AANMERKINGEN.
	voorm. van 6u.—12u.	nam. van 12u. tot 6u. av.	van 6u. morg. tot 6u. av.	van 6u. av. tot 6u. morg.		
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Juni 14	—	—	—	12	—	
15	3	4	7	2	9	
16	4	8	12	2	14	
17	9	3	12	—	12	
18	3	1	4	7	11	
19	2	4	6	13	19	
20	2	6	8	12	20	
21	9	4	13	20	33	
22	1	7	8	7	15	
23	4	12	16	8	24	
24	9	8	17	14	31	
25	7	11	18	23	41	
26	12	6	18	16	34	
27	3	20	23	9	32	
28	8	9	17	19	36	
29	5	2	7	15	22	
30	4	8	12	3	15	
Juli 1	7	2	9	3	12	
2	2	7	9	9	18	De boom gesnoeid, doch niet de voor de waarnemingen genomen tak.
3	1	3	4	8	12	
4	2	5	7	2	9	
5	3	4	7	5	12	
6	2	2	4	7	11	
7	0	6	6	0	6	
8	0	3	3	5	8	
9	2	4	6	12	18	
10	4	7	11	7	18	
11	5	12	17	7	24	
12	3	12	15	16	31	
13	5	18	23	22	45	
14	6	14	20	18	38	
15	13	11	24	—	134	Totale groei van 15 Juli 's av. 6 u. tot 18 Juli 's morg. 6 u. 110 mm.
16	—	—	—	—		
17	—	—	—	—		
18	9	8	17	12	29	
19	10	12	22	11	33	
20	5	6	11	14	25	

VITIS ORIENTALIS.

DATUM.	GROEI BIJ DAG.			DES NACHTS.	GROEI IN 24 UREN.	AAN-MERKINGEN.
	voorm. van 6u.—12u.	nam. van 12u. tot 6u. av.	van 6u. morg. tot 6u. av.	van 6u. av. tot 6u. morg.		
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Juli 21	3	9	12	12	24	
22	13	5	18	12	30	
23	3	9	12	18	30	
24	3	8	11	13	24	
25	6	8	14	15	29	
26	4	8	12	14	26	
27	2	5	7	2	9	
28	5	9	14	34	48	
29	7	2	9	7	16	
30	2	3	5	4	9	
31	3	9	12	9	21	
Aug. 1	3	5	8	3	11	
2	1	4	5	15	20	
3	7	12	19	12	31	
4	2	7	9	10	19	
5	6	8	14	7	21	
6	6	5	11	10	21	
7	7	3	10	5	15	
8	6	5	11	11	22	
9	2	7	9	11	20	
10	6	10	16	3	19	
11	5	7	12	5	17	
12	4	5	9	8	17	
13	7	9	16	6	22	
14	4	8	12	10	22	
15	5	7	12	10	22	
16	4	5	9	6	15	
17	2	2	4	4	8	
18	3	5	8	10	18	
19	10	3	13	5	18	
20	4	4	8	7	15	
21	4	6	10	11	21	
22	6	9	15	9	24	
23	6	8	14	12	26	
24	7	12	19	12	31	
25	7	11	18	7	25	
26	3	8	11	14	25	
27	7	9	16	7	23	
28	4	6	10	6	16	

VITIS ORIENTALIS.

DATUM.	GROEI BIJ DAG. voorm. van 6u.—12u.	nam van 12u. tot 6u. av.	van 6u. morg. tot 6u. av.	DES NACHTS. van 6u. av. tot 6u. morg.	GROEI IN 24 UREN.	AANMERKINGEN.
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	
Aug. 29	6	6	12	9	21	
30	4	5	9	7	16	
31	4	2	6	5	11	
Sept. 1	3	8	11	4	15	
2	4	5	9	5	14	
3	2	3	5	4	9	
4	4	7	11	5	16	
5	2	2	4	4	8	
6	2	3	5	5	10	
7	5	4	9	7	16	
8	2	4	6	1	7	
9	2	3	5	1	6	
10	2	1	3	4	7	
11	1	1	2	2	4	
12	1	1	2	2	4	
13	1	0	1	2	3	
14	0	0	0	2	2	
15	0	0	0	1	1	
16	0	0	0	1	1	Einde van den
17	0	0	0	0	0	groei.

STAAT IV.

CUCURBITA PEPO.

DATUM.	GROEI BIJ DAG. voorm. van 6u.—12u.	nam. van 12u. tot 6u. av	van 6u. morg. tot 6u. av.	DES NACHTS. van 6u. av. tot 6u. morg.	GROEI IN 24 UREN.	AANMERKINGEN.
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Juni 19	—	0	0	4	4	
20	0	0	0	0	0	
21	3	0	3	7	10	
22	8	8	16	0	16	
23	2	4	6	0	6	
24	0	0	0	5	5	
25	0	0	0	4	4	
26	0	0	0	15	15	
27	3	0	3	4	7	
28	12	11	23	4	27	
29	8	3	11	8	19	
30	16	3	19	8	27	
Juli 1	6	3	9	5	14	
2	3	7	10	3	13	
3	7	4	11	4	15	
4	2	6	8	9	17	
5	6	5	11	2	13	
6	4	7	11	6	17	
7	3	6	9	9	18	
8	4	7	11	8	19	
9	6	4	10	10	20	
10	6	7	13	14	27	
11	5	11	16	15	31	
12	15	21	36	33	69	
13	5	22	27	41	68	
14	4	21	25	32	57	
15	25	6	31	—	—	
16	—	—	—	—	—	
17	—	—	—	—	—	
18	20	14	34	14	48	
19	15	13	28	16	44	
20	15	16	31	12	43	
21	8	11	19	13	32	
22	15	10	25	31	56	
23	17	25	42	22	64	
24	25	20	45	19	64	

CUCURBITA PEPO.

DATUM.	GROEI BIJ DAG.			DES NACHTS.	GROEI IN 24 UREN.	AANMERKINGEN.
	voorm. van 6u.—12u.	nam. van 12u. tot 6u av.	van 6u. morg. tot 6u. av.	van 6u. av. tot 6u. morg		
1866.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Juli 25	16	33	49	32	81	
26	23	33	56	43	99	
27	31	11	42	29	71	
28	13	40	53	49	102	
29	30	33	63	43	106	
30	28	24	52	34	86	
31	13	29	42	29	71	
Aug. 1	37	29	66	36	102	
2	25	32	57	39	96	
3	26	33	59	34	93	
4	26	23	49	42	91	
5	29	28	57	19	76	
6	20	22	42	32	74	
7	20	31	51	33	84	
8	28	21	49	29	78	
9	16	30	46	36	82	
10	19	28	47	17	64	
11	24	24	48	32	80	
12	13	17	30	27	57	
13	24	38	62	48	110	
14	24	32	56	41	97	
15	16	33	49	48	97	
16	17	10	27	23	50	
17	11	14	25	25	50	
18	11	22	33	29	62	
19	19	28	47	53	100	
20	9	14	23	37	60	
21	20	22	42	41	83	
22	25	22	47	26	73	
23	23	40	63	48	111	
24	31	52	83	67	150	
25	20	38	58	51	109	
26	18	43	61	63	124	
27	28	21	49	43	92	
28	20	38	58	30	88	
29	13	17	30	26	56	
30	17	19	36	23	59	

CUCURBITA PEPO.

TUM.	GROEI BIJ DAG.						DES NACHTS.		GROEI IN 24 UREN.		AANMERKINGEN.
	voorm. van 6u.—12u.		nam. van 12u. tot 6u. av.		van 6u. morg. tot 6u. av.		van 6u. av. tot 6u. morg.				
	Plant A.	Plant B.	Plant A.	Plant B.	Plant A.	Plant B.	Plant A.	Plant B.	Plant A.	Plant B.	
366.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
g. 31	5		9		14		17		31		
t. 1	17		26		43		35		78		
2	19		25		44		28		72		
3	13		13		26		19		45		
4	10		11		21		18		39		
5	20		25		45		23		68		
6	16		23		39		40		79		
7	15		13		28		21		49		
8	8		8		16		16		32		
9	12		17		29		28		57		
10	13		12		25		13		38		
11	11		19		30		14	22	44		
12	7	19	9	42	16	61	10	3	26	64	
13	7	23	5	18	12	41	4	39	16	80	
14	3	11	4	12	7	23	4	32	11	55	
15	2	15	2	17	4	32	1	14	5	46	
16	1	11	7	17	8	28	14	26	22	54	
17	4	15	4	11	8	26	4	10	12	36	
18	1	8	2	9	3	17	9	21	12	38	
19	3	5	7	13	10	18	4	24	14	42	
20	6	22	9	19	15	41	15	30	30	71	
21	2	7	3	12	5	19	11	29	16	48	
22	2	6	5	13	7	19	8	16	15	35	
23	2	7	4	10	6	17	9	15	15	32	
24	5	7	7	11	12	18	10	21	22	39	
25	4	11	6	14	10	25	4	11	14	36	
26	3	14	5	19	8	33	13	28	21	61	
27	6	19	9	23	15	42	26	39	41	81	
28	11	11	14	26	25	37	20	34	45	71	
29	7	16	12	18	19	34	17	32	36	66	
30	11	24	12	17	23	41	17	19	40	60	
Oct. 1	6	15	11	14	17	29	16	31	33	60	
2	9	14	11	20	20	34	16	27	36	61	
3	8	20	11	25	19	45	14	28	33	73	
4	11	16	14	17	25	33	24	21	49	54	
5	0	10	4	12	4	22	16	15	20	37	
6	5	11	6	6	11	17	9	6	20	23	

CUCURBITA PEPO.

DATUM.	GROEI BIJ DAG. voorm. van 6u.—12u. Plant A.	Plant B.	nam. van 12u. tot 6u. av. Plant A.	Plant B.	van 6u. morg. tot 6u. av. Plant A.	Plant B.	DES NACHTS. van 6u. av. tot 6u. morg. Plant A.	Plant B.	GROEI IN 24 UREN. Plant A.	Plant B.
1866	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Oct. 7	5	4	4	6	9	10	5	7	14	17
8	5	4	3	5	8	9	8	13	16	22
9	3	5	5	5	8	10	3	4	11	14
10	3	3	2	4	5	7	2	3	7	10
11	0	3	2	2	2	5	2	5	4	10
12	2	4	2	4	4	8	3	4	7	12
13	2	3	0	3	2	6	2	3	4	9
14	0	2	1	2	1	4	1	3	2	7
15	0	0	2	2	2	2	2	3	4	5
16	0	3	2	3	2	6	2	5	4	11
17	2	4	2	3	4	7	3	2	7	9
18	0	2	0	2	0	4	0	3	0	7
19	0	2	0	0	0	2	0	4	0	6
20	0	2	2	2	2	4	0	2	2	6
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

LAT V.

LUCHTTEMPERATUUR EN WEERSGESTELDHEID.

tum.	6u. voorm.	Weers-gesteldheid.	12u. midd.	Weers-gesteldheid.	6u. 's av.	Weers-gesteldheid.
	Fahr.		Fahr.		Fahr.	
ni 14					68°	helder
15	60°	dikke lucht, een weinig wind	67°	dikke lucht	67	dikke lucht
16	58	regen	63	nu en dan zon	65	helder, wind
17	53	dito	52	regen en wind	56	helder, 's nachts donder en regen
18	52	bewolkt	57	regen	54	wind
19	56	bedekt, wind	62	wind, nu en dan zon	64	als voren
20	55	helder	65	helder	69	helder
21	60	dito	74	dito	78	dito
22	65	regen	68	regen	69	dito
23	60	bedekt	67	bedekt	70	dito
24	59	bewolkt	73	bewolkt	68	bewolkt
25	64	helder	78	helder	78	helder
26	66	dito	78	helder, nu en dan bewolkt	79	dito
27	67	dito	82	helder	71	donder en regen
28	67	bewolkt	79	dito	75	helder
29	65	dito	75	dito	71	bedekt
30	65	dito	75	dito	75	helder
uli 1	55	regen en wind	60	regen en wind	62	donker
2	56	regen	64	bewolkt, nu en dan zon	62	helder, wind
3	55	regen en wind	62	regen en wind	60	dito
4	57	regen	64	bedekte lucht	60	bedekte lucht
5	58	bedekte lucht	65	wind, bewolkt, nu en dan zon	72	helder, wind
6	56	bewolkt	57	regen	64	helder, 's nachts donder en veel regen.
7	51	veel regen	60	dito	61	helder
8	52	bewolkt	60	helder	60	regen
9	59	donker	65	bedekt	64	bedekt
10	62	bedekt	71	dito	73	helder
11	64	helder	74	helder	80	dito
12	65	dito	77	dito	80	dito
13	65	dito	83	dito	83	dito
14	71	bedekt	80	dito	77	dito
15	64	dito	81	dito	77	dito
16	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—
18	61	helder	70	bedekt	66	bedekt
19	60	bedekt	70	dito	65	dito
20	56	dito	63	regen	61	regen
21	58	dito	65	bedekt	63	bedekt
22	59	dito	65	dito	63	dito
23	58	dito	66	dito	63	dito
24	60	dito	68	dito	69	helder
25	59	dito	67	dito	64	bedekt
26	59	dito	66	dito	64	dito
27	58	regen	60	dito	59	regen

LUCHTTEMPERATUUR EN WEERSGESTELDHEID.

Datum.	6u. voorm.	Weers-gesteldheid.	12u. midd.	Weers-gesteldheid.	6u. 's av.	Weers-gesteldheid.
	Fahr.		Fahr.		Fahr.	
Juli 28	57°	bewolkt	68°	bewolkt, nu en dan zon	65°	bedekt
29	59	dito	66	bedekt	60	regen
30	56	regen en wind	57	regen en wind	59	regen en wind
31	56	bedekt	65	bewolkt	58	donder en regen
Aug. 1	55	bewolkt, nu en dan zon	64	regen	64	helder
2	57	bewolkt	65	bedekt	62	regen
3	57	bedekt	64	bewolkt	61	regen en wind
4	56	regen en wind	62	bewolkt en wind	61	bewolkt en wind
5	57	's nachts storm en donder, bewolkt en wind	64	dito	59	dito
6	57	bewolkt en wind	62	regen en wind	57	regen en wind
7	56	bewolkt	60	dito	58	bewolkt en wind
8	56	bewolkt en wind	61	bewolkt en wind	59	regen en wind
9	56	regen en wind	63	dito	62	helder
10	55	bewolkt	57	donder en regen	54	regen
11	51	dito	59	bewolkt	60	bewolkt
12	54	bedekt	59	bedekt	57	bedekt
13	56	bewolkt	64	helder	65	helder
14	56	dito	67	bewolkt	64	bedekt
15	59	regen	67	dito	68	bewolkt
16	58	bewolkt	61	bedekt	58	regen
17	51	donder, regen en wind	60	bewolkt	55	buiig
18	54	bewolkt	64	dito	58	bewolkt
19	56	helder	67	dito	64	dito
20	58	regen	63	regen	62	bedekt
21	59	bedekt	68	bedekt	65	dito
22	59	regen	65	bewolkt	64	helder
23	58	bedekt	70	helder	67	dito
24	60	helder	70	dito	70	dito
25	64	mistig	74	bewolkt	66	bewolkt
26	62	bewolkt	70	helder	67	dito
27	65	helder	68	bedekt	65	dito
28	60	bewolkt	66	helder	62	regen
29	54	bedekt	64	bewolkt	61	bewolkt
30	56	regen	60	regen	57	dito
31	54	bewolkt	64	dito	62	dito
Sept. 1	56	helder	68	bewolkt	64	helder
2	54	bedekt	66	dito	60	regen
3	52	bewolkt	60	wind en buiig	57	wind en buiig
4	55	bedekt	60	bedekt	58	regen
5	57	bewolkt	66	bewolkt en wind	63	regen en wind
6	58	dito	66	bewolkt	64	regen
7	59	bewolkt en wind	64	bewolkt en wind	61	bewolkt en wind
8	57	bedekt	60	regen	60	bedekt
9	59	dito	64	bewolkt	60	bewolkt
10	57	bewolkt	67	bedekt	62	bewolkt, regen
11	55	regen en wind	61	bedekt en wind	56	regen en wind
12	54	dito	57	dito	54	stortregen

LUCHTTEMPERATUUR EN WEERSGESTELDHEID.

tum.	6u. voorm.	Weers- gesteldheid.	12u. midd.	Weers- gesteldheid.	6u. 's av.	Weers- gesteldheid.
	Fahr.		Fahr.		Fahr.	
t.13	53°	regen	62°	bewolkt	59°	bewolkt
14	55	dito	57	bewolkt en wind	56	bewolkt en wind
15	52	bewolkt	60	bewolkt	56	helder
16	53	dito	61	dito	54	regen
17	52	regen en wind	54	regen	53	dito
18	46	helder	57	bewolkt	55	helder
19	54	regen	57	bedekt	56	bedekt
20	54	helder	60	bewolkt	56	dito
21	50	regen en wind	57	dito	53	helder
22	50	regen	55	regen	55	bewolkt
23	51	dito	56	dito	54	regen
24	52	bewolkt	58	bedekt	56	bewolkt
25	53	dito	60	helder	60	helder
26	54	helder	63	dito	63	dito
27	58	mistig	68	dito	65	bewolkt
28	60	dito	68	dito	66	helder
29	58	helder	70	dito	66	dito
30	60	dito	70	dito	66	dito
ct. 1	56	dito	70	dito	67	dito
2	56	dito	71	dito	68	dito
3	56	dito	67	dito	65	dito
4	54	dito	65	dito	62	dito
5	55	mist	63	bedekt	59	bedekt
6	52	dito	61	bewolkt	59	helder
7	54	helder	61	helder	58	dito
8	52	dito	58	dito	54	bewolkt
9	49	bedekt	54	bewolkt	52	dito
10	45	mist	50	bedekt	46	helder
11	44	helder	55	bewolkt	48	bewolkt
12	46	dito	56	helder	51	helder
13	40	mistig	52	dito	48	dito
14	41	weinig regen	48	bedekt	47	bedekt
15	42	bedekt	50	dito	48	dito
16	42	dito	52	dito	47	dito
17	40	dito	51	helder	50	helder
	6¼ u. voorm.				5¼ u. nam.	
18	38	helder	47	dito	48	bewolkt
19	40	bewolkt	53	dito	51	helder
					5 u. nam.	
20	44	helder	54	dito	53	dito
21	42	dito	56	dito	52	dito
22	40	dito	55	dito	50	bedekt

Bij deze opgaven kan ik nog voegen eene reeks van metingen, door mij in het werk gesteld aan een bloemstengel van Dasylirium acrotrichum Zucc., welke in Aug. 1860 in de Hortus te Rotterdam gebloeid en in drie weken tijds eene lengte van 3.14 Ned. el bereikt heeft. De bloemsteng vertoonde zich het eerst den 19den Aug.; de metingen geschiedden aanvankelijk dagelijks, maar te beginnen met den 25sten Aug. viermaal daags (te 6u en 11u voorm., 2u nam. en 7u 's av.) onder gelijktijdige opteekening van de weersgesteldheid en van de temperatuur buiten en binnen de oranjerie, waarin de plant geplaatst was.

STAAT VI.

DASYLIRIUM ACROTRICHUM ZUCC.

DATUM.	GROEI BIJ DAG. van 6u. tot 11u. voorm.	van 11u. voorm. tot 2u. nam.	van 2u. nam. tot 7u. av.	van 6u. voorm. tot 7u. av.	DES NACHTS van 7u. av. tot 6u. morg.	GROEI IN 24 UREN.	TEMPERATUUR. binnen.	buiten.	WEERSGESTELDHEID.	AANMERK…
1860.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	F.	F.		
Aug. 20	...	...	...	...	...	120				
21	...	...	...	...	..	180				
22	..	...	...	..	...	160	.			
23	...	...	...	..	...	155				
24	...	...	...	...	67.5	180				
25	42.5	25	45	112.5	80	192.5				
26	22.5	17.5	72.5	112.5	60	182.5				
27	25	32.5	40	97.5	70	167.5				
28	27.5	20	...	...	...	...	78°		zonneschijn	
	...	...	40	87.5	...	...	65		bewolkt	
	...	...	...	...	65	152.5	60	59°	zeer bewolkt	
29	32.5	...	...	...	...	...	64	58	regen	
	...	37.5	...	...	...	...	66	65	bewolkt	
	...	...	15	85	...	...	65	62	betrokken	
	...	...	...	..	80	165	59	56	dito	
30	32.5	...	...	...	...	...	75	65	zonneschijn	
	...	12.5	...	...	...	...	78	72	dito	
	...	...	27.5	72.5	...	...	66	62	betrokken	
	...	...	...	...	45	117.5	62	56	helder	
31	12.5	...	...	...	...	...	65	62	betrokken	
	...	15	...	...	...	..	65	62	dito	
	...	...	37.5	...	...	...	62	60	dito	
	...	...	...	65	42.5	107.5	59	56	regen	
Sept. 1	32.5	...	...	...	...	..	75	67	bewolkt, nu en dan zon	
	...	10	...	...	...	...	70	70	zonneschijn	
	...	...	20	62.5	...	...	65	59	dito	
	...	...	...	...	30	92 5	62	56	mistig	
2	27.5	...	...	...	...	...	66	65	betrokken	
	...	10	...	...	...	...	66	64	dito	
	...	—	17.5	55	...	...	62	57	dito	

DASYLIRIUM ACROTRICHUM ZUCC.

	GROEI BIJ DAG.				DES NACHTS	GROEI IN 24 UREN.	TEMPERATUUR.		WEERSGESTELDHEID	AANMERKINGEN.
	van 6u. tot 11u. voorm.	van 11u. voorm. tot 2u. nam.	van 2u. nam. tot 7u. av.	van 6u. voorm. tot 7u. av.	van 7u. av. tot 6u. morg.		binnen.	buiten.		
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	F.	F.		
	...	...	...	...	22.5	77.5	56	52	bovenlucht helder, bened. mist	
3	7.5	...	...	...	...	...	65	60	betrokken	
	..	17.5	...	...	...	...	68	68	nu en dan zon	
	...	...	30	55	...	...	63	59	helder	
	...	...	...	...	15	70	60	48	helder, beneden mistig	
4	7.5	...	...	...	...	...	70	68	nu en dan zon	
	...	7.5	...	...	...	...	66	65	betrokken	
	...	...	5	20						
	...	...	...	...	15	35	58	54	helder	
5	17.5	...	...	...	...	...	70	70	nu en dan zon	
	...	17.5	...	...	...	...	69	68	bewolkt	
	...	...	7.5	42.5	...	...	64	60	donkere lucht, regen	
	...	...	...	...	17.5	60	64	56	helder	
6	10	...	...	...	...	...	77	72	nu en dan zon	
	...	7.5	...	...	...	..	78	75	zonneschijn	
	...	...	7 5	25	...	...	68	62	helder	
	...	...	...	...	17.5	42.5	64	55	dito	
7	2.5	...	...	...	...	...	84	76	felle zon	De ruiten der oranjerie besmeerd.
	...	10	...	...	...	...	70	70	betrokken	
	...	...	10	22.5	...	...	66	64	dito	
	...	...	...	...	10	32.5	64	60	dito	
8	5	...	...	...	...	...	68	66	dito	
	...	2.5	...	...	...	...	68	68	dito	
	...	...	7.5	15	...	...	66	64	dito	
	...	...	...	...	5	20	60	56	regenachtig	Einde van den lengtegroei der hoofdas.
9	...	...	...	...	...	10				

Berekent men uit deze waarnemingen de lengtegroei per uur in elk der onderscheiden gedeelten van het etmaal, dan verkrijgt men de volgende uitkomsten:

DASYLIRIUM ACROTRICHUM. *ZUCC.*

DATUM.	LENGTE-GROEI PER UUR (BEREKEND). voorm. van 6u —11u.	van 11u.— 2u. nam.	van 2u. nam. tot 7u. av.	's nachts van 7u. av. tot 6u. morg.	AANMERKINGEN.
1860.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Aug. 25	8.5	8.3	9.0	7.2	
26	4.5	5.8	14.5	5.4	
27	4.5	10.8	8.0	6.3	
28	5.5	6.6	8.0	6.0	
29	6.5	12.5	3.0	7.2	
30	6.5	4.1	5.5	4.1	
31	2.5	5.0	7.5	3.8	
Sept. 1	6.5	3.3	4.0	2.7	
2	5.5	3.3	3.5	2.0	
3	1.5	5.8	6.0	1.3	
4	1.5	2.5	1.0	1.3	
5	3.5	5.8	1.5	1.6	
6	2.0	2 5	1.5	1.6	
7	0.5	3.3	2.0	0.9	
8	1.0	0.8	1.5	0 4	
Gemiddeld.	4.0	5.3	5.1	3.4	

Uit deze gegevens laten zich eenige niet onbelangrijke gevolgtrekkingen maken.

1°. *Wanneer men op de algemeene uitkomst der metingen let, vindt men overal een sterkeren groei over dag dan 's nachts.* De totale som der verlenging is bij:

Bryonia	1276 mm., waarvan	753 of	59.0	pCt.	bij dag, en
		523 "	41.0	"	bij nacht.
Wistaria	3414 " "	1976 "	57.8	"	bij dag, en
		1438 "	42.2	"	bij nacht.
Vitis	2372 " "	1306 "	55.1	"	bij dag, en
		1066 "	44.9	"	bij nacht.
Cucurbita A.	5402 " "	3068 "	56.7	"	bij dag, en
		2334 "	43.3	"	bij nacht.
Cucurbita B.	6102 " "	3491 "	57.2	"	bij dag, en
		2611 "	42.8	"	bij nacht.

Bij Dasylirium vertoont zich hetzelfde voor de dagen, waarop de metingen afzonderlijk bij dag en bij nacht plaats hadden. Van den lengtegroei van 1.5675 kwam 0.93 of 59.3 pCt. tusschen 6u 's morg. en 7u 's av. in 13 uren, en 0.6375 of 40.7 pCt. tusschen 7u 's av. en 6u 's morg. in 11 uren, hetgeen, wanneer men beide tot eene tijdruimte van 12 uren brengt, wordt 55.3 pCt. voor den groei bij dag, en 44.7 pCt. voor dien bij nacht.

Alzoo voor den nachtelijken groei 41, 42.2, 44.9, 43.3, 42.8 en 44.7 pCt., eene overeenkomst die zoo groot is, als men bij dergelijke omstandigheden verwachten kan.

Ook wanneer men afzonderlijk de tijdruimten onderzoekt, waarin zonder interruptie een zelfde tak gemeten is, vindt men eene uitkomst in denzelfden zin. B.v. bij Bryonia was van 15 Juni tot 2 Juli toen de waargenomen tak gesnoeid werd, de nachtelijke groei 39.6 pCt. van den aanwas; van 6 Juli—14 Juli, toen interruptie plaats had, 43.6 pCt.; na dien tijd, van 18 Juli—17 Aug., 40.7 pCt.

Bij Wistaria van 15 Juni—14 Juli, 44.6 pCt., van 18 Juli—16 Aug. 39.7 pCt., van 18 Aug.—20 Sept. het einde van den groei 40.9 pCt.

Bij Vitis van 15 Juni—14 Juli 46.1 pCt., van 18 Juli—16 Sept. 44.4 pCt.

Bij Cucurbita van 19 Juni—14 Juli 46.4 pCt., van 18 Juni—31 Juli 39.9 pCt., van 1 Aug.—20 Oct. 43.9 pCt.

Intusschen nu reeds loopen de cijfers meer uiteen, vooral bij eene zelfde plant, en wanneer men nog kleiner perioden afzonderlijk wilde beschouwen, zou dit nog sterker in het oog vallen. Ja zelfs, nu en dan zou men in dat geval eene uitkomst in anderen zin verkrijgen, want

2°. *Er zijn tijdstippen waarop de nachtelijke groei overwegend is.* Zoo vindt men van den 18—20 Juni bij

	groei 's nachts. mm.	groei over dag. mm.
Bryonia.	50	38
Wistaria	28	23
Wistaria (18—24 Juni)	110	107
Vitis	32	18
Vitis (18—21 Juni)	52	31
Cucurbita (19—21 Juni)	11	3

De gelijke uitwerking bij planten, die op geheel verschillenden trap van ontwikkeling waren en niet eens dezelfde expositie hadden, wijst hier op eene oorzaak van buiten, die op allen krachtig inwerkte.

Eene tweede dergelijke periode schijnt geweest te zijn van 2—9 Juli, het duidelijkst sprekend vooral van 6—9 Juli. Zien wij weder de uitkomst der metingen:

Bij Bryonia zijn om vroeger genoemde reden van 1—5 Juli geen metingen gedaan, maar wij vinden voor den groei 6 en 7 Juli bij dag 12, des nachts 15 mm.

Wistaria was gegroeid:

	2—9 Juli	's nachts	110,	over dag	94 mm.
	6—9 "	"	61,	"	51 "
Vitis:					
	2—9 "	"	48,	"	46 "
	6—9 "	"	24,	"	19 "

Bij Cucurbita komt voor die dagen een ander resultaat, maar juist den 9den Juli begint daar eene periode van nachtelijken groei, die van 9—14 Juli 145 mm. bedroeg tegen 127 daags.

Eindelijk vertoonen zich nog de sporen van een dergelijken invloed tusschen 20 en 23 Juli. De groei was:

			bij nacht.	over dag.
bij Bryonia	van 20—22	Juli	40 mm.	36 mm.
Wistaria. . . .	" 20—21	"	37 "	36 "
Vitis.	" 20—26	"	98 "	90 "
Cucurbita . . .	" 22	"	31 "	25 "

Mij dunkt, deze nagenoeg gelijktijdig bij verschillende planten intredende wijzigingen doen een uitwendigen invloed vermoeden. Welke de oorzaak daarvan geweest is, laat ik voor het oogenblik in het midden. Wel stond den 18den—20sten Juni de thermometer 's avonds hooger dan op den dag, en was de temperatuur van dezen dag vrij laag, terwijl den 21sten warme dagen en nachten afwisselden met het ongunstige weder — een dergelijk verschijnsel als waarop DE VRIESE bij de bespreking zijner waarnemingen van 1847 opmerkzaam maakt *) —

*) *Ned. Kruidk. Archief.* III. 240 en 241.

doch deze verklaring kan ik niet als voldoende aanmerken, want zij past niet op de twee andere genoemde perioden. Voorshands durf ik niet te beslissen aan welke atmospherische invloeden die werking is toe te schrijven.

Intusschen mag ik vragen: kunnen de uiteenloopende uitkomsten door vroegere onderzoekers verkregen, niet een gevolg zijn van den verschillenden tijd, waarop hunne waarnemingen gedaan zijn, waardoor de planten onder andere atmospherische werkingen verkeerden, en dus eigenlijk hunne uitkomsten niet onmiddellijk vergelijkbaar zijn?

Toen DUCHARTRE in 1865 gelijktijdig verschillende planten onderzocht, vond hij eene uitkomst in denzelfden zin.

De waarnemingen van MARTINS vallen enkele dagen zamen met de mijne. Zij liepen tot den 23sten Juni 1866, op welk tijdstip de groei van den bloemstengel van zijn Dasylirium gracile niet meer merkbaar was. Juist in die zelfde dagen valt de meest in het oog loopende periode van nachtelijken groei bij mijne proeven voor, overeenkomstig met zijne uitkomst. Ik meen te meer hierop te mogen wijzen, wanneer ik die waarnemingen van MARTINS vergelijk met de mijne op den bloeienden Dasylirium acrotrichum in 1860 gedaan. De gang der ontwikkeling was bij beide planten volkomen overeenkomstig. Te Montpellier bereikte de bloemsteng in 23 dagen eene lengte van 2.881 met., en groeide in de 11 eerste dagen 2.083 d. i. 72.3 pCt. Te Rotterdam werd de bloemsteng in 25 dagen *) 3.1725 met. lang en groeide in de 12 eerste dagen 2.2925 d. i. 72.2 pCt. van zijne geheele lengte. Alleen de nachtelijke groei was bij de eerste plant, die over dag bij de tweede overwegend; de eerste werd waargenomen in Juni 1866, de tweede in Aug. en Sept. 1860, dus onder andere atmospherische invloeden.

Behalve de genoemde uitkomst leeren de waarnemingen echter ook eene wijziging kennen, die zich *niet* gelijkelijk bij de gelijktijdig groeiende planten vertoont. Zoo gaat alleen bij Wistaria de grootere nachtelijke groei van 18—21 Juni tot den 24sten voort; zoo vertoont Cucurbita A. eene dergelijke

---

*) Namelijk van 16 Aug. tot 10 Sept., aannemende dat de bloemstengel die den 19den Aug. zich tusschen de bladeren vertoonde, den 16den zigtbaar geworden was. Verg. MARTINS l. c. p. 355.

afwijking van 24—27 Juni, en bij dezelfde plant ziet men van 16—27 Sept. afwisselend een grooteren groei over dag en 's nachts, maar zoodanig dat de geheele som der verlenging in dat tijdvak van 11 dagen ten voordeele van den nacht is, nam. 127 tegen 107 des daags. Bij de andere Cucurbita (Bryonia, Vitis en Wistaria hadden toen reeds opgehouden te groeien) had in dezelfde dagen juist het tegengestelde plaats, met uitzondering van 21—24 Sept. toen bij beide de nachtelijke groei overwegend was. Van 16—27 Sept. was Cucurbita B. 's nachts 270 over dag 303 mm. langer geworden.

Welke de oorzaken van dit onderscheid zijn, is thans niet aan te wijzen, omdat men noch de atmospherische invloeden, noch den bijzonderen toestand der levende plant voldoende kent. De afwijkingen zijn van te langen duur, om met sommige schrijvers hier blootelijk te denken aan een door omstandigheden vertraagden groei, die in de eerstvolgende uren zou ingehaald worden.

3°. *Wanneer men den lengtegroei over dag in de morgenuren (van 6—12) met dien in den namiddag (van 12—6) vergelijkt, dan vindt men dat bij al de door mij onderzochte planten de laatste den eersten overtreft.* De verhouding was in het geheel bij Bryonia als 1 : 0.86, bij Wistaria als 1 : 0.71, bij Vitis als 1 : 0.67, bij Cucurbita A. als 1 : 0.79, bij Cucurbita B. als 1 : 0.81. Onderscheidt men tijdperken in de ontwikkeling der plant, zoo als wij boven gedaan hebben, dan vindt men nagenoeg dezelfde verhoudingen bij Wistaria en Vitis; bij Bryonia verkrijgen de namiddaguren langzamerhand iets meer invloed (de verhoudingen zijn 1 : 0.96 van 15 Juni–1 Juli, 1 : 0.81 van 6 Juli—14 Juli, 1 : 0.78 van 18 Juli–17 Aug.); bij Cucurbita echter is de betrekking aanvankelijk eene geheel andere; in het eerste tijdperk van ontwikkeling is de groei veel sterker in de morgenuren, maar weldra verplaatst zich het punt van grooter intensiteit, hoewel tot den 10den Juli de totale uitkomst nog ten voordeele van de morgenuren is. De verhoudingen zijn de volgende:

van	19 Juni—1 Juli	als	1 : 1.81
„	1 Juli—10 Juli	„	1 : 0.77
„	19 Juni—10 Juli	„	1 : 1.16

van	11 Juli—15 Juli	"	1 : 0.66
"	18 Juli—31 Juli	"	1 : 0.86
"	1 Aug.—9 Sept.	"	1 : 0.77
"	10 Sept.—20 Oct.	"	1 : 0.71.

Wij hebben dus standvastig sterker groei in den namiddag dan vóór 12 ure, met uitzondering alleen van Cucurbita, de eenige der waargenomen planten, wier ontwikkeling van den beginne af is nagegaan. Deze uitkomst is anders dan men tot nu aannam. MEYER, MEYEN, CL. MULDER en MARTINS vonden allen een sterker groei in den vroegen morgen; alleen DE VRIESE zag van 6—12 ure voorm. den bloemstèngel soms korter worden, om dan in den namiddag die schade weer ruimschoots in te halen. Daarentegen is mijne uitkomst in overeenstemming met die van HARTING (zie boven blz. 138), die bij Humulus Lupulus aanvankelijk sterker groei des voormiddags aantrof, doch met het langer worden van den stengel den tijd van sterksten groei zag verplaatst worden, zoodat deze in het begin van Juni tusschen 3 en 11 u. 's av. viel. Bij Cucurbita, de eenige plant die ik van haar begin kon nagaan, vond ik volkomen hetzelfde. Het vermoeden van DUCHARTRE *), dat op rijper leeftijd het maximum van groei zich nog meer zou verplaatsen en in den nacht vallen, wordt daarentegen door mijne waarnemingen niet bevestigd. De betrekkelijk korte periode van overwegenden nachtelijken groei van 16—27 Sept. (zie boven blz. 166) is toch niet voldoende om het algemeene resultaat te wijzigen. Verder schijnt, volgens de door mij verkregen uitkomsten, de genoemde verplaatsing niet zoo zeer van het jaargetijde als van het ontwikkelingstijdperk der plant af te hangen.

Bij Dasylirium acrotrichum laat zich niet zoo onmiddellijk de vergelijking maken, omdat de groei dier plant op andere uren is waargenomen. Berekent men echter den groei per uur, dan vindt men eene totale uitkomst in denzelfden zin. Men zie slechts de tabel op bl. 162.

De aanwas bedroeg van 25 Aug.—8 Sept. des morgens van 6—11 voorm. gemiddeld 4 mm. per uur, van 11—2u nam. 5.3 mm., van 2—7u nam. 5.1 mm., dus betrekkelijk minder

*) *Comptes Rendus*, T. LXII. p. 818 (9 Avril 1866).

in den ochtend, het meest op de middaguren. Splitst men het ontwikkelingstijdperk in eenige afdeelingen, dan vindt men ook hier geene bepaalde verplaatsing van het maximum van groei, hoewel er wel enkele afwijkingen zijn van de opgegeven verhoudingen der groeisnelheden.

4°. *De absolute groeisnelheid is bij al de onderzochte planten verschillend.* Let men echter op de *betrekkelijke* groeisnelheid, dan vindt men door mijne waarnemingen bevestigd, hetgeen ook reeds door anderen gevonden was, dat *bij elke plant de intensiteit eerst klimmende is, dan een zeker maximum bereikt, en (soms met vrij groote fluctuatiën) een korter of langer tijd op zekere hoogte blijft, om daarna met meer of minder snelheid te dalen tot het nulpunt.* Die phasen worden echter door verschillende planten in onderscheiden tijden doorloopen.

Men verkrijgt daarvan een gemakkelijk overzicht, wanneer men de numerische uitkomsten graphisch voorstelt, gelijk dit b. v. door HOFFMANN in zijn *Witterung und Wachsthum der Pflanze* gedaan is. Men ziet dan dat de lijnen, welke de wijzigingen in intensiteit van groei voorstellen, bij de onderzochte planten wel nu en dan van elkander afwijken, maar toch meerendeels in dezelfde richting loopen. Groote afwijkingen in die intensiteit vertoonen zich bij de verschillende planten nagenoeg te gelijker tijd, onverschillig in welke phase van ontwikkeling de planten zich bevinden. Zoo vindt men b. v., wanneer men den groei in 24 uren van de vier genoemde planten vergelijkt, eene aanzienlijke rijzing van 23—25 Juni bij allen, met uitzondering van Cucurbita, die toen nog weinig ontwikkeld was; eene groote depressie bij allen van 1—7 Juli, opgevolgd door eene rijzing die den 12den en 13den Juli haar maximum bereikt. Weder heeft eene algemeene daling plaats den 20sten en 21sten, gevolgd door eene algemeene rijzing den 22sten Juli; bij allen in gelijke mate daling den 27sten, en daarna rijzing den 28sten Juli; een op- en neergaan in de laatste dagen dier maand en in de eerste helft der volgende, tot er 13 Aug. weer bij allen sterke rijzing volgt. Wederom algemeene daling den 16den en 17den Aug., waarmede tevens de groei bij Bryonia ophoudt; daarna sterke klimming den 18den en 19den Aug.; krachtige groei die den 24sten en 26sten het maximum bereikt, daarna daling tot 31 Aug., waarop bij allen weer een snel rijzen volgt enz.

5°. *Vergelijken wij de temperatuuropgaven met die der groeisnelheden, dan zien wij in den regel het rijzen en dalen der temperatuur gepaard gaan met een toe- of afnemen der intensiteit van den groei.* Dezelfde uitkomst hebben nagenoeg al mijne voorgangers gevonden. Intusschen die betrekking is niet zoo eenvoudig als men het wel heeft voorgesteld. Ik heb bij het doen mijner waarnemingen alleen op het oog gehad, om te onderzoeken of de groei over dag of des nachts overwegend was. Ik heb geenszins getracht het moeielijke vraagstuk optelossen, om de maat te bepalen van den invloed door uitwendige oorzaken als temperatuur, luchtdrukking, vochtigheid, lichtintensiteit, electriciteit van den dampkring, enz. op den plantengroei uitgeoefend. Mijne temperatuur-waarnemingen zijn dan ook niet talrijk en volledig genoeg, om over dit punt nieuw licht te verspreiden, en, gelijk DECANDOLLE *) teregt heeft opgemerkt, de gewone gemiddelden der meteorologische opgaven zijn hiertoe niet dienstig. Doch dit kan uit mijne waarnemingen wel opgemaakt worden, dat de eenvoudige betrekking, die sommigen tusschen de temperatuur des dampkrings en de snelheid van den plantengroei meenen opgemerkt te hebben, niet van algemeene toepassing is.

HARTING heeft aangenomen, dat de groei volgens eene rekenkunstige reeks toe- en afneemt, en hij heeft zelfs eene formule opgesteld, om den groei op een willekeurigen dag vooraf te bepalen. Volgens hem vindt men dien groei door de vergelijking

$$A = t' \left(\frac{a}{t} \pm dr\right)$$

waarin a de groei en t de temperatuur op een bekenden dag, A en t', groei en temperatuur op een dag d dagen later, en r de dagelijksche versnelling van den groei aanduiden. Wanneer ik uit mijne waarnemingen eerst de waarde van r tracht te bepalen, en dan met behulp dier vergelijking eenige termen der reeks zoek te vinden, dan komen de uitkomsten niet met de waarnemingen overeen. — Evenmin vind ik, zoo als QUETELET het wil, den groei evenredig aan de vierkanten der temperaturen.

*) *Géogr. Botan*, I. 25.

Ik moet het SACHS *) toestemmen, dat het ware verband tusschen temperatuur en physiologische processen ons nog geheel onbekend is. En hetgeen van de temperatuur geldt, die zoo krachtig op de planten inwerkt, mag in nog hooger mate gezegd worden van den invloed van andere uitwendige oorzaken, die nog bezwaarlijker is na te gaan.

Al kunnen dus in dit laatste opzicht mijne waarnemingen geen nieuw licht ontsteken, ik heb gemeend ze niet te moeten terughouden. Met betrekking tot de verlenging zelve leiden zij tot andere uitkomsten, als die van DUCHARTRE. Zoo ver mij bekend is, bestaan er over dit onderwerp geene waarnemingen, die zoo lang voortgezet zijn als de mijne, en nagenoeg alle phasen van ontwikkeling der plant omvatten. Ik ben het eens met DUCHARTRE, dat op dit moeielijk gebied slechts eene uitgebreide reeks van naauwkeurige onderzoekingen ons in staat kan stellen om het algemeene van het toevallige af te scheiden, en uit de talloze afwijkingen, door bijzondere oorzaken te voorschijn geroepen, de algemeene wetten van den plantengroei te leeren onderkennen. Als eene bijdrage hiertoe mogen ook mijne waarnemingen hare plaats vinden.

Inmiddels houd ik evenmin als DUCHARTRE het onderzoek voor afgesloten, en zoo mij daartoe de gelegenheid niet ontbreekt, hoop ik in een volgenden zomer, de waarnemingen onder verschillende omstandigheden voort te zetten, ten einde te trachten iets meer van den sluier op te lichten, waarmede de Natuur dit deel van haar werken verborgen houdt.

Bepaaldelijk zal dan ook een punt moeten onderzocht worden, hetgeen ik thans nog niet in staat ben toetelichten.

Het is namelijk de vraag, hoe celvermenigvuldiging en celgroei, de beide processen waaruit, gelijk bekend is, de verlenging van de as bestaat, zich verdeelen over dag en nacht. SCHLEIDEN heeft in zijn handboek gezegd, dat alle vroegere waarnemingen geene waarde hoegenaamd hebben, omdat daarin die beide processen niet onderscheiden zijn. Deze uitspraak acht

---

*) Ueber Abhängigkeit der Keimung von der Temperatur. PRINGSHEIM's Jb. f. wiss. Bot., II, p. 375.

ik onbillijk en overdreven. Maar waar is het, dat de kennis van het genoemde voor eene juiste voorstelling van het plantenleven van het grootste belang te achten is. SACHS *) heeft er reeds op gewezen, dat de plaatsen van nieuwe celvorming meestal aan den invloed van het licht onttrokken zijn, en hij uit het vermoeden, dat daar waar dit niet het geval is, misschien de vorming van nieuwe cellen in den nacht zal plaats hebben. Hij beroept zich daarvoor op het feit, dat celvorming door aanhoudende duisternis dikwijls niet gestoord wordt, en vooral op de fraaie onderzoekingen van ALEX. BRAUN, die bij Hydrodictyon en andere groene Algen, de voorbereiding tot vorming van kiemcellen steeds met den nacht zag beginnen en zoo ver voltooid worden, dat met het aanbreken van den volgenden morgen de kiemcellen voor den dag kwamen.

Heeft nu ook bij de hoogere planten hetzelfde plaats en is misschien de nachtelijke groei geheel of grootendeels het gevolg van vorming van nieuwe cellen, de groei over dag van vergrooting en uitgroeiing der bestaande weefsels? Het is duidelijk, dat de zaak hier niet zoo gemakkelijk uit te maken is. Men kan niet gelijktijdig van hetzelfde plantendeel de verlenging meten en het anatomisch onderzoek verrichten. Misschien echter kan het nuttig zijn om van eene zelfde plant bij den eenen tak te onderzoeken in welke internodiën nog celvermenigvuldiging, in welke alleen celvergrooting plaats heeft, en bij den anderen tak de verlenging van elk internodium afzonderlijk dag en nacht op te teekenen. Voor het laatste heb ik verscheiden gegevens, daar bij de meeste der waargenomen planten ook de verlenging van elk internodium afzonderlijk gedurende een deel van den zomer gemeten is. Ik acht het onnoodig die waarnemingen thans medetedeelen, maar ik stel mij voor om in het volgend gunstig seizoen ook het ander punt te onderzoeken, en daarvan later verslag te geven.

Rotterdam, Januari 1867.

*) *Bot. Zeitung*, 1863. Beilage, p. 3.

DIAGNOSEN

VAN EENIGE NIEUWE SOORTEN VAN

HEMIPTERA HETEROPTERA

DOOR

S. C. SNELLEN VAN VOLLENHOVEN.

Bij het herzien en naauwkeurig determineren der Pentatomiden, *sensu latiori*, van 's Rijks Museum voor natuurlijke historie, met oogmerk om over de soorten dier familie, voor zoo verre zij in onze Oost-Indische koloniën aangetroffen worden, eene Monographie in het licht te geven, is het mij gebleken dat een groot gedeelte van het tegenwoordig aangenomen systeem dringend herziening vordert.

Nadat in 1839 de hoogleeraar BURMEISTER in zijn *Handbuch der Entomologie* een stelsel had voorgesteld, waarmede aan al de eischen der wetenschap voor eene reeks van jaren scheen voldaan te zijn, kwamen in 1843 de Heeren AMYOT en AUDINET SERVILLE in hunne *Histoire naturelle des Insectes hémiptères* met een stelsel te voorschijn, waarvan een der fundamentale regelen was „que tout ce qui est bon à faire une subdivision de genre, est bon à faire un genre," waardoor dus natuurlijk het aantal geslachten ontzettend vermeerderd werd. Wel ging er een kreet van afkeuring op, maar de kritiek uitte zich niet in eene grondige en gemotiveerde recensie. Het gevolg was te voorzien; men gewende zich aan de nieuwheid, aan het aantal geslachten, aan de fijne onderscheidings-kenmerken, zelfs aan de namen uit het Hebreeuwsch, Tartaarsch, Chineesch, en toen de curatoren van het Britsch Museum in 1850 verlangden dat

de beredeneerde en beschrijvende catalogus der Hemiptera van die verzameling door den Heer DALLAS zou worden uitgegeven, zag men in die lijst niet alleen het systeem van AMYOT gehuldigd, maar ook weder met een overgroot aantal verdeelingen en genera vermeerderd. De in 1859 verschenen *Catalogus Hemipterorum* van den „Entomologischen Verein zu Stettin" kon nu wel niet anders dan naar hetzelfde stelsel worden ingerigt.

Ondertusschen groeide voortdurend het aantal nieuwe soorten in Museën en kabinetten aan; dat er onder dezen voorkwamen, die aanleiding gaven, ja noopten tot het vaststellen van nieuwe genera, zal niemand verwonderen. Maar hoe werden dezen in de wetenschap ingevoerd? Helaas! meestal, zoo niet op eene min wetenschappelijke, dan toch op eene weinig oordeelkundige wijze, zonder namelijk die genera met de naast verwanten te vergelijken, zonder hun de ware plaats tusschen de twee naaste verwanten aan te wijzen. Men begrijpt ligtelijk dat dit aanleiding gaf tot groote verwarring en onzekerheid.

Maar er is meer. Zeer vele genera zijn door AMYOT, DALLAS en anderen opgesteld voor eene enkele soort, die eenige bijzondere kenmerken vertoonde; later zijn andere soorten ontdekt, die het midden houden tusschen het oude genus en de daarvan onder eenen nieuwen generieken naam afgescheiden soort. Hoe met dezen te handelen? Zal men die bij het oude genus voegen en het nieuwe toch laten bestaan? Zal men al weder een nieuw geslacht vormen of zal men het laatst gevormde weder intrekken? Daar alleen de soort in de natuur bestaat, en het genus, even als de familie, de tribus, de sectio, eene combinatie is door het menschelijke onderscheidings-vermogen gevormd, zoo kan men over het meer of min natuurlijke, dat is met de natuur overeenkomstige van dergelijke splitsing of hereeniging moeijelijk wetten vaststellen; maar het ligt voor de hand dat de menschelijke geest al de onderscheidende kenmerken niet altijd voor oogen kan hebben en dat van het geheugen oneindig minder geëischt wordt als de genera veel omvattend zijn, dan wel als een tal van genera met weinig sprekende kenmerken opgesteld is.

In dien geest van zamensmelting van genera wenschte ik vooral de Pentatomiden *sensu strictiore* te herzien. Reeds STÅL

heeft in zijne „*Hemiptera Africana*" de meening verdedigd dat de familie der Cydniden, Sciocoriden en Halydiden van AMYOT en DALLAS niet kunnen behouden blijven, maar met die der Pentatomiden moeten zamengesmolten worden. Ik wenschte verder te gaan. Ik wenschte in die familie verscheidene geslachten te vereenigen, die noodeloos gescheiden zijn (zoo als *Euschistus* en *Diceraeus*, om een voorbeeld aan te halen), ik wenschte alle geslachten te doen rusten op naauwkeurige, duidelijke, vaste kenmerken. Daartoe evenwel is een materiaal noodig, grooter dan 's Rijks Museum, hoe rijk ook, mij tegenwoordig aanbiedt: ik meen daartoe te moeten kennen *de visu* typen van ongeveer alle geslachten en wil eerst trachten het in dit opzigt ontbrekende bij een te brengen. Ik zie mij wel in staat met de familiën, bij wie de zuiger niet aan de borst gesloten is en bij wie hij niet voorbij de middenpooten reikt (Asopiden, Tessaratomiden en Phyllocephaliden) middelerwijl mijnen arbeid voort te zetten.

Inmiddels was bij dat onderzoek der ware Pentatomiden mij gebleken, dat 's Rijks Museum ook daarin weder een niet onbelangrijk aantal nieuwe soorten bezit. Ik bied van een vijftigtal daarvan Diagnosen aan, met die van eenige nieuwe Scutelleriden. Wel schijn ik mij zoo doende te scharen onder hen, die meenen dat het geven van diagnosen zonder beschrijvingen voldoende zou zijn, maar wie gelooven zou dat ik deze meening toegedaan ben, zou zich vergissen. Gelijk uit het bovenstaande blijkt, is het mijn voornemen de hier volgende soorten, later uitvoerig te beschrijven; de verzameling dezer diagnosen is dus slechts als een voorlooper te beschouwen voor eene met afbeeldingen uit te geven monographie. De nu vermelde soorten heb ik natuurlijk met de namen der geslachten uit den *Catalogus Hemipterorum* waartoe zij behooren, moeten bestempelen, om zonder opgave van generieke kenmerken voor anderen verstaanbaar te zijn.

Ordo: HEMIPTERA.

Sectio: HETEROPTERA.

Tribus: GEOCORISAE.

FAMILIA I. SCUTELLERIDEA.

---

1. *Tetrarthria tenebrosa.*

T. supra nigra, sat dense punctata, opaca, maculis irregularibus capitis, thoracis et praesertim scutelli viridibus subnitidis, subtus fusca griseo-pilosa, antennis nigro-fuscis, femoribus testaceis, genubus tibiisque viridibus.

Long. 18—19 millim. Habitat in Amboina.

2. *Libyssa Westwoodii.*

L. supra brunnescenti violacea, margine thoracis et elytrorum testaceo, subtus cum femoribus testacea, pectoris lateribus vittisque lateralibus abdominis nec non tibiis lucide violaceis.

Long. 13 millim. Hab. Zambesi in Africa. Dono dedit Professor Oxoniensis WESTWOOD.

3. *Callidea latefasciata.*

C. parum distincte punctata, violacea nitens, scutello latissime rubro-fasciato, abdominis rubri apice cyaneo.

Long. 12 s. 13 millim. Differt a *Call. dimidiata* Dall. statura minore et minus elongata, fascia latiore et in medio scutello posita. Hab. Salawatti.

4. *Callidea elongata.*

C. elongata, nisi in scutello indistincte punctata, violacea purpureo colore iridescens, scutelli fascia angusta, abdominis paullo latiore, pallide flavis.

Long. 18, lat. 8 mm. Hab. Salawatti, unde missa a Dom. BERNSTEIN.

5. *Callidea celebensis.*

C. (e sectione *Schlegelii* et *Quadrimaculatae*), vage et minus

fortiter, sed in latere anteriore scutelli dense rudeque punctata, violacea (in vivo viridis) scutelli gibbositate atque macula apicali rufis, medio quatuor maculis et fasciola nigris signato.

Long. 15 mm. Hab. Toelabello et Kwadang in insula Celebes.

6. *Callidea Croesus.*

C. ovalis, capite et thorace parum distincte, scutello densius et fortius punctulatis, viridis nitens, thoracis parte postica inaurato, scutelli macula cordiformi purpureo-aurata, abdominis lateribus femoribusque testaceis.

Long. 12, lat. 7 mm. Affinis *Call. ditissimae;* fortasse simul ac illa varietas *Call. fastuosae*, differt tamen apice scutelli non emarginato, porro colore et patria. Hab. in insulis Aru, Salawatti et Gebeh.

7. *Callidea daedalica.*

C. parva, punctatissima, viridis nitens, scutelli parte postica inaurata, capitis vitta et maculis duabus, thoracis vittis abbreviatis quatuor et maculis totidem, scutellique maculis octo nigris, quarum duae basales punctum gerunt flavum.

Long 9 mm. Patria ignota.

Observatio. Vittae mediae in thoracis dorso in unam conjunctae sunt, si minimam lineolam mediam viridem excipias. Macula scutelli media calyciformis duas basales fere attingit: Pectus testaceum fasciis tribus irreguliaribus viridi-auratis; abdomen testaceum margine triplici, externo nigro, medio aurato, interno seriem macularum nigrarum efficiente.

8. *Callidea puella.*

C. minor, oblonga, glabra, scutello punctato versus apicem subrugoso, obscure violacea nigromaculata, pectore coeruleo-violacea fasciis luteis, abdomine luteo maculis coeruleo-violaceis, femoribus laete rufis.

Long. 8 mm. Habitat in Cochinchina.

9. *Pachycoris tigrinus.*

P. luteus, vittis maculisque numerosis coeruleis.

Long. 11 millim. Habitat in Columbia.

Obs. In capite supra duae vittae parallelae, margo anterior et lateralis et vitta obliqua juxta oculum coerulei; in thorace lineolae 10 radiantes e margine anteriori; in scutello maculae sex basales, octo mediae et duae apicales. Pedes obscure coerulei, femorum basi lutea.

10. *Bolbocoris emarginatus.*

B. obscure rubiginoso-fuscus, disperse et rude punctatus, scutelli basi flavescente, antennis pedibusque sanguineis, capitis margine anteriore emarginato.

Long. 5 millim. Habitat in Nova Hollandia.

FAMILIA II. PENTATOMIDEA.

Subfam. Cydnidae.

11. *Cyrtomenus insignis.*

C. niger nitidus, rufociliatus, vage punctulatus, capitis picei margine haud emarginato, antennis, rostro tarsisque rufis.

Long. 12 millim. Habitat in Java, Sumatra, Borneo. Species valde affinis *Cyrtomeno grosso* Dall., differt praecipue capitis margine.

12. *Aethus pallidicornis.*

Aeth. parvulus, niger nitidus, scutello rude punctato, antennis rubiginosis, membrana elytrorum albida.

Long. 3 millim. Habitat in insulis Bezoeki et Ceram.

13. *Acatalectus luteo-marginatus.*

Ac. major niger opacus, thorace irregulariter scutelloque vage, elytris densius punctatus, his rubrofuscis membrana griseo-fusca, antennarum articulo quarto cum margine thoracis et elytrorum luteis.

Long. 12, lat. 8 millim. Habitat in Timor et Flores.

14. *Acatalectus flavo-marginatus.*

Ac. aeneus nitidus, nisi in lateribus thoracis et in elytris impunctatus, his rufopiceis, membrana fusca, antennarum articulo quarto ac margine thoracis et elytrorum flavis.

Long. 10, lat. 6 millim. Habitat in Nova Caledonia.

Subfam. Sciocoridae.

15. *Dryptocephala divergens.*

Dr. testacea punctulis numerosis nigris, in lateribus majoribus conspersa, antennarum articulis duabus ultimis dimidiatim flavis nigrisque, capitis lobis divergentibus.

Long. 12 millim. Habitat ad flumen Brasiliae Rio di Janeiro. Proxime affinis *Drypt. Brullei* Cast. (*lividae* Perty) differt colore, statura majori et forma loborum capitalium.

Subfam. Halydidae.

16. *Chlorocoris roseus.*

Chl. supra roseus, subtus rufo-lutescens, capitis margine minus emarginato, thoracis parte postica et scutello rugulosis, antennarum articulis 2° et 3° ad latus externum nigrolineatis, quarto nigro-annulato.

Long. 17 millim. lat. 10. Patria ignota. Affinis *Chlorocoridi complanato* Guér. a quo differt colore, statura minore et rugositate scutelli.

17. *Spudaeus modestus.*

Spud. fuscus, rude nigro punctatus et maculatus, thoracis marginibus lateralibus non serratis, flavo-limbatis, maculis tribus callosis flavis in basi scutelli, quarum media paene usque ad scutelli apicem protracta est.

Long. 17 millim. Habitat in insula Waigeoe.

Obs. In pectore cernuntur versus angulos anteriores maculae fortiter punctatae, quasi cribrosae, viridi-metallicae. Abdomen et pedes sordide lutei, hi fusco maculati.

18. *Gynenica dalpadoides.*

Gyn. brevis, obesa, luteo et fusco marmorata, maculis quatuor luteis in scutello, tibiis anticis dilatatis nigris ad basin dilatationis luteo-maculatis, thoracis angulis spinosis, spina in apice bifida.

Long. 13 millim. Habitat in insulis Moluccanis.

Obs. Quod ad thoracis latera haud serrata et angulos poste-

riores spinosos, pertinet haecce species ad genus *Gynenica* Dall.; si vero formam generalem, habitum et tibias anteriores spectas, Dalpadam crederes. Abdominis latera ad marginem segmentorum spinosula; femora anteriora cornu fortiori instructa, supra nigra, subtus ad basin, sic ut maxima pars pedum posteriorum lutea.

19. *Dalpada triguttata.*

Dalp. tibiis anticis non dilatatis, fusca, scutelli maculis tribus majoribus rotundatis flavis in triangulo positis.

Long. 14 millim. Habitat in Java et Borneo.

Obs. A *Dalp. latipede* Hope differt statura paullo minori, pedibus non dilatatis et maculis angulorum scutelli majoribus.

20. *Dalpada aenea.*

Dalp. hic viridescenti- illic rufescenti-aenea, abdominis disco et femorum basi flavorufis, antennis et tibiarum annulis flavis, femoribus simplicibus.

Long. 13 millim. Habitat in insula Timor.

21. *Dalpada crux.*

Dalp. femoribus non dilatatis, nigra hic et illic flavo-marmorata, elytris purpureo fuscis, vitta abbreviata thoracis, macula scutelli cruciformi, punctis in angulis scutelli et tibiarum annulis flavis.

Long. 15 s. 16 millim. Habitat apud praecedentem.

Subfam. Pentatomidae.

22. *Loxa minor.*

Loxa viridis, capite thoracisque margine anteriori flavo-viridibus, elytris supra viniaceo-maculatis, subtus obscure purpureis, abdomine laete viridi, flavo marmorato, pedibus flavo-viridibus, antennis carnosis.

Long. 9 millim. Habitat in Porto-rico.

23. *Diceraeus sellula.*

Dic. diluto fuscus, punctis numerosis nigrofuscis marmoratus,

lobis capitis rotundatis, thoracis lateribus spinosis angulisque ramiformibus, obscuris, scutelli apice sursum curvato, margine abdominis late elytrorum costam excedente.

Long. 15, lat. 13 millim. Habitat in Java.

Obs. Habitu haec species prope accedit ad *Galedantam myopem* F.; fortasse genus *Diceraeus* tolli oportet, ut minus naturale, nam et *Diceraeus melanostictus* Hope ab omni parte Loxa est, excepta spina in genubus.

24. *Diceraeus euschistoides.*

Dic. fuscus, nigro punctatissimus, humeris rotundatis, elytrorum margine, corpore subtus pedibusque luteis, femoribus nigromaculatis.

Long. 12 millim. Habitat in Wisconsin Americae sept.

Obs. Alterum exemplum speciei nonnihil alienae generi laudato; haec species nempe affinissima *Euschisto militari* Klug, tantum ab illo differt capite emarginato, ac propter hanc differentiam generi *Diceraeo* annumeranda est.

25. *Proxys rhododactylus.*

Pr. breviusculus, glandicolor, nigropunctatus, maculis parvis luteis sparsis in thorace, scutello et elytris, thoracis angulis parum spinosis, pedibus pallidis, antennis, femorumque apicibus et tarsis roseis.

Long. 8 millim. Habitat in Caracas.

26. *Mormidea vidua.*

Morm. nigra, punctatissima albo guttulata, pedibus cereis nigro maculatis, abdominis margine in quovis segmento guttulam mediam albam exhibente.

Long. 12 millim. Habitat Guatemalam.

Obs. Proxima haec species accedit ad *Mormideam irroratam* Herr. Sch., differt tamen costa basali elytrorum concolore et non eburnea sicut in specie Mexicana. Concedo doctissimum HERRICH-SCHAEFFER in descriptione sua (*Wanzenartige Insecten*. Tom. IV. p. 19) colorem illum eburneum non memorare, sed in Musaeo Leidensi asservantur specimina *Mormideae irroratae* Mexicana quondam a Domino J. STURM accepta, eodem, qui

unum exemplar e regione Mexicana Doctori SCHAEFFERO donum dedit.

27. *Mormidea trisignata.*

Morm. luteofusca, in elytris purpurascens, fusco-punctatissima, spinis thoracicis validis nigris, margine thoracis laterali, costa basali elytrorum et maculis tribus scutelli e flavo albis, corpore subtus pedibusque luteis, parce nigro-punctatis.

Long. 7 millim. Hab. in Java et Sumatra.

28. *Mormidea haematica.*

Morm. sanguinea, supra obscurior, spinis thoracis subacutis, pedibus luteis nigropunctatis, antennis tricoloribus, articulis basalibus luteis, quarto sanguineo, quinto fusco.

Long. 6 millim. Habitat in Java.

29. *Mormidea hoplites.*

Morm. olivacea, valde punctata, capitis impunctati aurantiaci lineolis duabus nigris, thoracis spinis validis, nigris aurantiaco maculatis, scutelli apice obscure aurantiaco, corpore subtus cum pedibus e viridi flavis.

Long. 9 millim. Habitat in Timor.

30. *Hoplistodera gibba.*

Hopl. thoracis angulis parum spinosis, dorso gibbo, fusca luteo marmorata praesertim in capite et decliva prothoracis parte, scutelli maculis tribus majoribus sordide eburneis.

Long. 9, lat. 8 millim. Habitat in Celebes apud Gorontalo.

Obs. Haec species affinissima *Hoplistoderae trimaculatae* St. Farg. in omni puncto cum genere *Eysarcoris* aeque bene conveniens ac cum citato, probat ambo genera in unum esse contrahenda.

31. *Hoplistodera decora.*

Hopl. e fusco rubra, nitens hic et illic punctata, capite fere toto, thoracis parte antica et vittis duabus divergentibus, scutelli fasciis binis undulatis, lineolis duabus illas connectentibus et margine apicali, nec non corpore subtus et pedibus, flavis.

Long. 5 millim. Habitat prope Manillam.

32. *Hoplistodera Schwaneri.*

Hopl. griseo-lutea nigropunctatissima, capite, thoracis margine anteriori et spinis, scutelli limbo lato laterali, pectore et abdominis disco nigris, guttis duabus sat magnis eburneis in basi scutelli.

Long. 4 millim. Habitat in Borneo, unde misit Dominus SCHWANER.

Species nisi ob spinas perlongas et acutas thoracis generi *Eysarcoris* annumeranda.

33. *Alcimus venustus.*

Alc. niger parce punctatus, elytris rufobrunneis, flavo maculatus. Flavi coloris sunt: in capite macula formâ ferri equini et punctum, in thorace supra octo fasciae s. maculae et nebula in parte posteriori; in scutello duae maculae magnae basales, limbus et lineolae duae mediae; in quovis elytro lineolae quatuor; in pectore et abdomine 38; tandem pedes.

Long. 7 millim. Habitat in ins. Celebes, prope Gorontalo.

34. *Alcimus collaris.*

Alc. niger nitens, capitis lineolis duabus punctoque flavis, thoracis margine antico sordide albo, postico nec non scutello et elytris flavo-marmoratis.

Long. 8 millim. Habitat in insula Timor.

35. *Eysarcoris obscurus.*

Eys. purpureo-aeneus, punctatissimus, in scutello transverse subrugosus, thoracis angulis subspinose extensis, guttis duabus magnis basalibus sulfureis in scutello, ventris margine pedibusque sordide albis, his nigro-punctatis.

Long. 6 millim. Habitat in Java et Sumatra.

Obs. Differt ab *Eys. guttigero* Thunb. forma thoracis, colore et statura majori.

36. *Eysarcoris geminatus.*

Eys. griseo-luteus, nigro punctatus, humeris prominulis, capite et maculis duabus anticis thoracis fuscis, guttis duabus basalibus et lineolis totidem apicalibus scutelli eburneis.

Long. 5 millim. Habitat in Java.

Differt a *Guttigero* statura minore et lineolis scutelli.

37. *Eysarcoris lineola.*

Eys. obscure metallescente luteus, nigro punctatissima, humeris prominulis, capite obscuriore, lineola transversali flava subundulata ab humero in alterum.

Long. 6,25 millim. Habitat in Timor et Borneo.

38. *Eysarcoris coecus.*

Eys. fusco aeneus, rude, hic et illic rugose punctatus, humeris rotundatis, abdominis margine, antennis pedibusque obscure luteis, his nigropunctatis.

Long. 6—7 millim. Habitat in insula Timor abunde.

39. *Eysarcoris marmoratus.*

Eys. rufo-brunneo flavoque marmoratus, lineolis in capite longitudinalibus, in thorace transversis, antennis pedibusque pallide fulvis, humeris rotundatis.

Long. 6,25 millim. Habitat in Timor.

40. *Eysarcoris rufoscutellatus.*

Eys. ovalis, thoracis margine rotundato, niger dense sed subtilius punctatus, capite, magna parte thoracis scutelloque rufis, hoc nubecula nigra fasciato.

Long. 6 millim. Habitat in Timor.

Obs. Forma et colore differt ab omnibus hujusce generis speciebus orientalibus; quod ad colorem, accedit ad *Carnificem* Fabr.

41. *Coenus punctatissimus.*

Coenus luteus fusco punctatissimus, capitis linea media, marginibus angustis thoracis, elytrorum et abdominis flavis, pedibus abdomini concoloribus, membrana fusca.

Long. 8 millim. Habitat in Wisconsin Americae septentrionalis.

42. *Pentatoma pallidiventris.*

Pent. supra fusca flavomarmorata, humeris subprominulis, scu-

telli maculis tribus eburneis in triangulo positis, corpore subtus pedibusque pallide luteis.

Long. 10 millim. Habitat in insulis Java, Sumatra, Biliton, Borneo.

Obs. Scutelli maculae minores sunt quam illae in scutello *Hoplistoderae trimaculatae* Le Pel. Specimina Sumatrana dilutioris coloris sunt caeteris.

43. *Pentatoma chloris.*

Pent. glauco-viridis, in thoracis dorso et hemelytris punctata, antennis, pedibus, capitis basi et linea media, thoracis macula dorsali, scutelli maculis duabus juxta positis, elytrorum parte interna, nec non sex maculis abdominis nigris.

Long. 12 millim. Habitat in Java et Sumatra.

44. *Pentatoma ignobilis.*

Pent. supra olivacea, subtus fusca, parum distincte punctata, maculis 4 in thorace, 4 in scutello, 2 et lineola subcostali in singulo elytro obscurioribus, pedibus ochraceis.

Long. 9 millim. Habitat in Celebes apud pagum Tondano

45. *Pentatoma plebeja.*

Pent. supra et subtus olivacea, vage punctata, maculis 2 in thorace, 2 in scutello, 3 in singulo elytro et 10 submarginalibus in abdomine, nigris.

Long. 6 millim. Habitat — in Java?

46. *Pentatoma Arlechino.*

Pent. aurantiaca, vage punctata, maculis 6 in thorace, 4 in scutello, 4 in singulo elytro cum margine costali, laete viridibus.

Long. 10 millim. Habitat in Sumatra.

Obs. Haec species propius quam duae praecedentes accedit ad *Pent. cruciatam* F. et *Anchoram* Thunb.

47. *Pentatoma hilaris.*

Pent. aurantiaca, thorace maculis sex nigris, lineis flavis invicem separatis, scutelli maculis duabus basalibus et duabus triangularibus in disco, elytrorum macula bis incisa et apice

nec non seriebus macularum rotundarum in pectore et abdomine nigris.

Long. 10 millim. Habitat in Java.

Affinis praecedenti.

48. *Pentatoma scurra.*

Pent. sanguinea, thorace fascia submarginali flava, maculis 10 et fascia medio interrupta basali viridi-fuscis, scutelli lineola media flava, maculis duabus et lineis duabus convergentibus fuscis, elytrorum linea et macula discali viridi-fuscis.

Long. 10 millim. Habitat in Java et Sumatra.

Anchorae affinissima.

49. *Pentatoma nurus.*

Pent. viridis, distincte punctata, thoracis margine, lineisque quinque, scutelli lineis media et marginalibus flavis, elytrorum linea valde angulosa sanguinea, vertice nigro.

Long. 10 millim. Habitat in Java.

50. *Strachia varians.*

Strachia chalybaea, in altera thoracis parte et elytris rude punctata, thoracis linea media et marginibus lateralibus, scutelli linea antica fascia lata media et apice, elytrorum latere basali et macula magna apicali, albis, punctis duobus colli et maculis duabus in apice elytrorum flavis, aut aurantiacis, aut sanguineis.

Long. 8 millim. Abundat in insula Timor.

Variat maculis albis majoribus, et maculis flavis s. sanguineis in angulo scutelli positis.

51. *Strachia sanguineguttata.*

Strachia purpureo-nigra nitida, macula quadrata in parte thoracis anteriori, scutelli dimidio anteriori et macula elytrorum sanguineis; subtus abdominis rubri disco luteo, coloribus his disjunctis serie macularum chalybaearum.

Long. 10 millim. Habitat in Halmaheira, Batjan et Salawatti.

Obs. Exemplar e Salawatti variat thoracis margine laterali albo.

52. *Strachia rubescens*, de Haan (ined.).

Strachia fulva, in scutelli parte et elytris fuscopunctulata, vertice, vittis duabus valde angulosis thoracis et membrana elytrorum chalybaeo-nigris, pectore chalybaeo flavo-maculato, abdominis fulvi seriebus lateralibus macularum chalybaearum.

Long. 11 s. 12 millim. Habitat in Celebes.

Obs. Variat maculis trigonalibus chalybaeis elytrorum.

53. *Strachia quincunx*.

Strachia nigra nitida, sat dense punctata, capite, humeris, macula magna scutelli basali et duabus elytrorum apicalibus flavis.

Long. 12 millim. Habitat in insula Waigeoe.

54. *Strachia coelestis*.

Strachia supra coerulea, subtus alba, capitis maculis 5 albis, thoracis linea media, margine posteriore et punctis 4 albis, marginibus caeteris flavis, scutelli maculis 2 angularibus flavis, linea media et apice albis, elytrorum basi et fascia flavis, lineisque tribus albis.

Long. 9 millim. Habitat in Nova Hollandia.

55. *Strachia instabilis*.

Strachia nigra, in scutello et elytris dense punctata, capite rufescente, thorace aut viridi maculis nonnullis nigris aut nigro lineis 3 s. 5 viridibus, scutelli macula cruciformi, abdomine, nec non maculis aliquot in pectore viridibus, pedibus rufis.

Long. 9 millim. Habitat in Timor, ubi circa Atapoepoe communis videtur, et in insula Weimar.

Variat colore viridi plus minusve extenso aut in flavum et aurantiacum vergente.

56. *Vulsirea Tau*, de Haan.

Vuls. nigra nitida, profunde sed vage punctata, thorace littera T aurantiaci coloris insignito, abdominis margine supra sanguineo nigro-maculato.

Long. 15 millim. Habitat Rio Janeiro. An forte varietas *Vulsireae nigrorubrae* Spin.?

57. *Vulsirea hemichloris.*

Vuls. supra nigra nitida, vage sed in elytris et scutelli apice densius punctata, thoracis parte antica flava nigro-maculata, scutelli parte antica fulva; subtus flava nigropunctata, pedibus nigris.

Long. 14 millim. Habitat in Salawatti.

Variat thorace viridiflavo nigro-maculato.

58. *Rhaphigaster melanosticticus.*

Rh. laete viridis, subnitidus, punctatissimus, punctulis in thorace vage sparsis nigris, scutelli apice in utroque latere emarginato puncto nigro, angulis segmentorum abdominalium ejusdem coloris.

Long. 15 millim. Habitat in Java.

59. *Rhaphigaster nitens.*

Rh. supra viridi-aeneus nitens, subtus luteus, capitis maculis 5, thoracis marginibus anticis et lateralibus ac fascia undulata, scutelli macula magna calyciformi elytrorumque macula discali, luteis.

Long. 8 millim. Habitat in Sumatra.

60. *Rhaphigaster megalops.*

Rh. griseofuscus, fuscopunctatus, elytris purpurascentibus, oculis permagnis, thoracis lateribus subdenticulatis, humeris prominentibus subspinosis, abdomine latiori costam elytrorum excedente.

Long. 13 millim. Habitat in Nova Guinea, unde ad Museum Leidense misit Dr. S. MÜLLER.

Obs. Habitu, forma capitis et denticulis thoracicis differt a caeteris hujus generis speciebus.

61. *Rhaphigaster celebensis.*

Rhaph. punctatissimus sanguineus, lateribus, corpore subtus nec non antennarum basi et pedibus coloris dilutioris.

Long. 12 millim. Habitat Tondano in insula Celebes.

62. *Rhaphigaster Ludekingii.*

Rhaph. viridis, irregulariter hic et illic rugose punctatus, ca-

pite thoraceque nigro-marginatis, antennis pedibus et ... apice nigris, pectore argillaceo, abdomine fulvo.

Long. 14 millim. Habitat in Sumatra (typicus), in Java ... Borneo (varietas cui pedes et scutelli apex virides). Specimina plura e Sumatra misit D. LUDEKING.

63. *Cuspicona basimaculata.*

Cusp. rutilo-flava, dense punctata, thoracis cornubus resupinatis abdominisque spinis fulvis, plaga dilutiori grosse punctata in elytrorum basi.

Long. 16 millim. Habitat in insula Waigeoe.

64. *Cuspicona Eltio.*

Cusp. supra obscure fulva, subtus rutilo-flava, dense punctata, thoracis cornibus oblique extensis rufis, apice nigris.

Long. 17 millim. Habitat in Amboina, affinis praecedenti.

65. *Cuspicona antica.*

Cusp. supra viridis, capite thoracisque parte antica flava, in humeris vix cornutis macula parva trigona nigra, corpore subtus viridi-flavo.

Long. 15 millim. Habitat in Hindostan.

66. *Placosternum Bison.*

Pl. aeneo-nigrum, hic et illic sanguineo-guttulatum, in capite, thorace et scutello grosse et fortiter punctatum, in elytris densius sed subtilius, cornibus thoracicis apice insectis, disco pectorali et ventrali, sicut coxis et femoribus sanguineis.

Long. 21 millim. Habitat in Morotai.

Obs. Genus *Placosternum* familiae Pentatomidearum annumerandum esse docuit doctissimus CAROLUS STÅL.

DÉTERMINATION

DE LA

VITESSE AVEC LAQUELLE EST ENTRAINÉE

UNE

ONDE LUMINEUSE TRAVERSANT UN MILIEU EN MOUVEMENT.

PAR

M. HOEK.

Déjà depuis quelques années je désirais vivement connaître exactement la vitesse avec laquelle est entraînée une onde lumineuse, qui se propage dans un milieu doué d'un mouvement de translation. Dans mes études ayant pour objet *l'influence des mouvements de la terre sur les phénomènes fondamentaux de l'optique dont se sert l'astronomie* *), j'avais admis avec FRESNEL que cette vitesse est donnée par la formule $\varepsilon\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$, où ε est la vitesse du milieu, n son indice de réfraction absolu. J'ai alors reconnu que cette relation était nécessaire non-seulement pour expliquer la célèbre expérience d'ARAGO, qui l'a fait introduire dans la science, mais encore pour rendre compte de la circonstance qu'en astronomie, on ne rencontre pas des perturbations particulières, liées à l'emploi d'un prisme dans les lunettes brisées.

Déjà M. FIZEAU, en chassant une colonne d'eau par le double tube d'ARAGO, avait démontré que la relation mentionnée devait être exacte à un $\frac{1}{7}$ près. C'était un premier essai de mesurer cette quantité qui paraît destinée à jouer un grand rôle dans

*) *Recherches astronomiques de l'observatoire d'Utrecht*, livraison I.

résultat négatif ayant été mis hors de doute pour moi, je me suis occupé de ses conséquences théoriques, et j'ai reconnu qu'il confirme complètement le coëfficient d'entraînement de FRESNEL. Voici de quelle manière.

On peut faire abstraction de la présence des objectifs et se demander tout simplement combien de temps il faut à un rayon de lumière pour parcourir d'abord le tube A B (fig. 3) rempli d'eau, pour aller ensuite se réfléchir sur un miroir C, enfin pour revenir au point A, si l'on suppose que le tube a été vidé, tandis que la lumière parcourait l'espace BCB.

Admettons que tout l'appareil ABC ait un mouvement dont la vitesse soit ε, et dont la direction soit BC, c'est-à-dire celle de la flèche. Nommons les distances A B = L et BC = d, les vitesses de la lumière λ dans l'eau, $n\lambda$ dans l'air. Nous aurons:

1°. Vitesse de la lumière entraînée . . . $= \lambda + \varphi$
" du tube . . . . $= \varepsilon$

Vitesse relative de la lumière . . . . $= \lambda + \varphi - \varepsilon$
temps que la lumière met à parcourir le tube . . . . $t_1 = \dfrac{L}{\lambda + \varphi - \varepsilon}$

2°. Vitesse de la lumière dans l'air . . $= n\lambda$
" du miroir . . . . $= \varepsilon$

Vitesse relative . . . . $= n\lambda - \varepsilon$
temps que le rayon met à parcourir la distance BC . . . . $t_2 = \dfrac{d}{n\lambda - \varepsilon}$

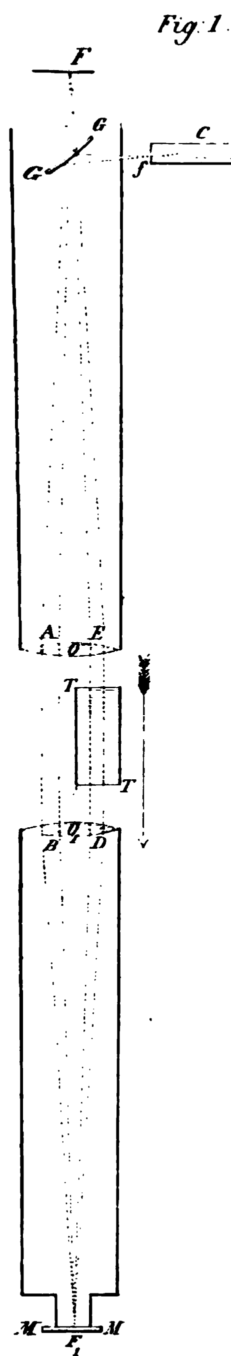
3°. Vitesse de la lumière dans l'air . . $= n\lambda$
" du point A. . . . . $= \varepsilon$

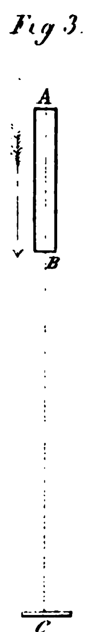
Vitesse relative . . . . $= n\lambda + \varepsilon$
temps nécessaire pour regagner le point A . . . . $t_3 = \dfrac{L + d}{n\lambda + \varepsilon}$.

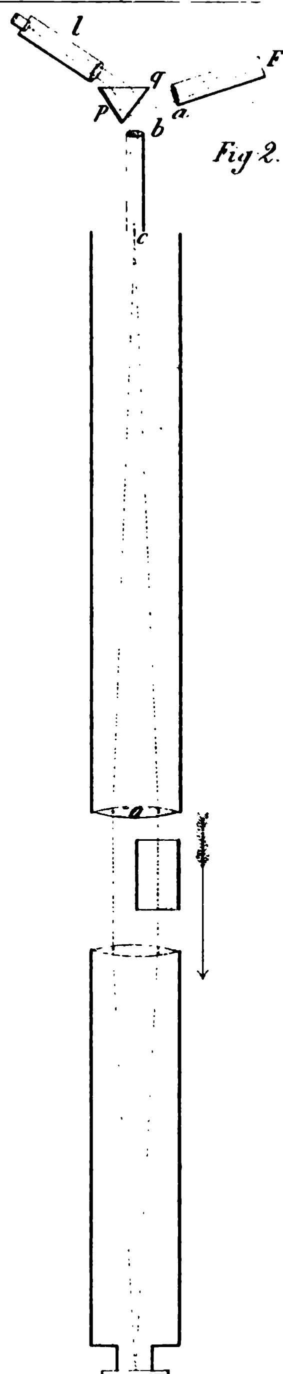
On a donc:

$$t_1 + t_2 + t_3 = \frac{L}{\lambda + \varphi - \varepsilon} + \frac{d}{n\lambda - \varepsilon} + \frac{L + d}{n\lambda + \varepsilon} = T_1 \quad . \text{(I)}$$

En second lieu, on peut se demander quel est le temps né-







J. Lobatto R Zn, s Hage.

cessaire pour que la lumière se propage dans l'air de A vers C, qu'elle revienne sur ses pas pour rencontrer en B le tube rempli d'eau, puis qu'elle traverse ce tube et atteigne le point A. En opérant de la même manière, et en admettant le même mouvement de translation, on trouvera:

$$t_4 + t_5 + t_6 = \frac{L+d}{n\lambda - \varepsilon} + \frac{d}{n\lambda + \varepsilon} + \frac{L}{\lambda - \varphi + \varepsilon} = T_2 \quad . \ (2)$$

Pour qu'il n'y ait pas de retard il faut donc que $T_1 - T_2 = 0$, relation qui permet de calculer φ.

Il vient:

$$L\left(\frac{1}{\lambda+(\varphi-\varepsilon)} - \frac{1}{\lambda-(\varphi-\varepsilon)}\right) + d\left(\frac{1}{n\lambda-\varepsilon} - \frac{1}{n\lambda+\varepsilon}\right) +$$

$$+ (L+d)\left(\frac{1}{n\lambda+\varepsilon} - \frac{1}{n\lambda-\varepsilon}\right) = 0 \ . \ . \ (3)$$

ou

$$L\left(\frac{2(\varphi-\varepsilon)}{\lambda^2-(\varphi-\varepsilon)^2}\right) + L\left(\frac{2\varepsilon}{n^2\lambda^2-\varepsilon^2}\right) = 0 \ . \ . \ . \ (4)$$

ou

$$(\varphi-\varepsilon)(n^2\lambda^2-\varepsilon^2) + \varepsilon[\lambda^2-(\varphi-\varepsilon)^2] = 0,$$

enfin, en négligeant les quantités du second ordre, c'est-à-dire ε^2 par rapport à $n^2\lambda^2$ et $(\varphi-\varepsilon)^2$ par rapport à λ^2,

$$\varphi = \varepsilon\left(1-\frac{1}{n^2}\right) \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (5)$$

Le résultat négatif de cette expérience fournit donc une nouvelle démonstration du facteur connu.

Mais il y a plus. On peut dire d'après cette expérience que ce facteur doit être très-exact. Pour démontrer ce point on peut raisonner de la manière suivante.

Si φ avait eu la valeur zéro on aurait trouvé d'après la formule (3) un retard

$$T_1 - T_2 = L\frac{2\varepsilon}{\lambda^2-\varepsilon^2} - L\frac{2\varepsilon}{n^2\lambda^2-\varepsilon^2}$$

ou, en négligeant encore les quantités du second ordre,

$$T_1 - T_2 = \frac{2L\varepsilon}{\lambda^2}\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$$

ou enfin, en exprimant ce retard en mesure de longueur,

$$R = (T_1 - T_2)n\lambda = 2L\frac{\varepsilon}{\lambda}\left(n - \frac{1}{n}\right).$$

Dans mon expérience j'avais:

$$L = 100 \text{ m.m.} \quad n = 1\tfrac{1}{3} \quad \frac{\varepsilon}{\lambda} = \frac{1}{10000}$$

d'où il suit $R = \frac{7}{600}$ m.m., ou un spectre à dix bandes noires.

Il n'y avait pas même un retard d'une demi-longueur d'onde de la raie G, c'est-à-dire de 0.00022 m.m.

L'expérience indique donc que la fonction $\varphi = \varepsilon\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ est exacte à un $\frac{1}{55}$ près.

On aura remarqué que la longueur du tube entre dans ces dernières formules. Ceci nous fournit un moyen de déterminer notre fonction φ avec beaucoup plus de précision. Je me propose de répéter l'expérience avec un tube de deux mètres de longueur, ce qui conduira à une détermination 20 fois plus exacte, ou bien à la connaissance des perturbations auxquelles la fonction φ est sujette.

SUR LES

PRISMES ACHROMATIQUES CONSTRUITS

AVEC

UNE SEULE SUBSTANCE.

PAR

M. HOEK.

Dans le cours d'une série de recherches, étant de ce domaine où se croisent les intérêts de l'optique et de l'astronomie, j'eus l'occasion de m'occuper de la théorie des prismes achromatiques. Je reconnus que, malgré l'assertion générale des Cours de Physique, il est possible en combinant plusieurs prismes construits avec une même substance, de réaliser un achromatisme très-satisfaisant.

En effet, la déviation et la dispersion produites par un prisme, sont données par des expressions mathématiques différentes entre elles. D'où il suit qu'en employant trois prismes de même substance ayant des angles différents, il sera possible d'anéantir par le troisième prisme la dispersion produite par les deux autres, sans que cela ait lieu pour la déviation. J'ai ensuite reconnu qu'on peut construire ces systèmes achromatiques de plusieurs manières. Enfin, qu'il n'est pas même nécessaire d'employer trois prismes attendu que deux suffisent pour parvenir au but proposé.

Le Mémoire suivant contient l'exposé mathématique de ces systèmes, une discussion sur l'achromatisme obtenu, enfin des

tables qui pourront guider le lecteur désirant construire un tel système.

---

§ 1. FORMULES GÉNÉRALES.

Un rayon de lumière (fig. 1) parcourt une série de prismes suivant la ligne brisée B C D E F.

Nommons les angles d'incidence dans les points B, C, D, etc. successivement i, i_1, i_2, etc. ; les angles de réfraction correspondants b, b_1, b_2, etc. Admettons que tous les angles i positifs soient situés du même côté des normales aux surfaces de séparation successives. Il s'en suivra que la même chose aura lieu pour les angles de réfraction. Convenons enfin de représenter les angles des prismes par les caractères g, g_1, g_2, etc.; leurs indices de réfraction absolus par n, n_1, n_2, etc.

Admettons enfin que le système de la figure 1 soit formé par cinq prismes, nous aurons pour ce système les formules connues:

$$\left.\begin{array}{ll} & Sin.\, b = \frac{1}{n}\, Sin.\, i \\ i_1 = b - g & Sin.\, b_1 = \frac{n}{n_1}\, Sin.\, i_1 \\ i_2 = b_1 - g_1 & Sin.\, b_2 = \frac{n_1}{n_2}\, Sin.\, i_2 \\ i_3 = b_2 - g_2 & Sin.\, b_3 = \frac{n_2}{n_3}\, Sin.\, i_3 \\ i_4 = b_3 - g_3 & Sin.\, b_4 = \frac{n_3}{n_4}\, Sin.\, i_4 \\ i_5 = b_4 - g_4 & Sin.\, b_5 = n_4\, Sin.\, i_5 = Sin.\, U \end{array}\right\} \ldots (1)$$

où le caractère U est introduit pour désigner le dernier angle de réfraction, sous lequel le rayon de lumière quitte le système optique. En considérant comme quantités constantes l'angle i et tous les angles g, et en différentiant, on obtient:

$$\left.\begin{array}{ll}
 & Cos.b\,\partial b = -\,Sin.\,i\,\dfrac{\partial n}{n^2} \\
{}_1=\partial b & Cos.b_1\,\partial b_1 = \dfrac{n}{n_1}\,Cos.\,i_1\,\partial i_1 + Sin.\,i_1\left(\dfrac{\partial n}{n_1} - n\,\dfrac{\partial n_1}{n_1^{\,2}}\right) \\
{}_2=\partial b_1 & Cos.b_2\,\partial b_2 = \dfrac{n_1}{n_2}\,Cos.\,i_2\,\partial i_2 + Sin.\,i_2\left(\dfrac{\partial n_1}{n_2} - n_1\,\dfrac{\partial n_2}{n_2^{\,2}}\right) \\
{}_3=\partial b_2 & Cos.b_3\,\partial b_3 = \dfrac{n_2}{n_3}\,Cos.\,i_3\,\partial i_3 + Sin.\,i_3\left(\dfrac{\partial n_2}{n_3} - n_2\,\dfrac{\partial n_3}{n_3^{\,2}}\right) \\
i_4=\partial b_3 & Cos.b_4\,\partial b_4 = \dfrac{n_3}{n_4}\,Cos.\,i_4\,\partial i_4 + Sin.\,i_4\left(\dfrac{\partial n_3}{n_4} - n_3\,\dfrac{\partial n_4}{n_4^{\,2}}\right) \\
i_5=\partial b_4 & Cos.\,U\,\partial U = n_4\,Cos.\,i_5\,\partial i_5 + Sin.\,i_5\,(\partial n_4)
\end{array}\right\}.(2)$$

ou bien :

$$\left.\begin{array}{l}
\partial i_1 = \partial b = -\,Tg.\,b\,\dfrac{\partial n}{n} \\
\partial i_2 = \partial b_1 = \dfrac{n}{n_1}\,\dfrac{Cos.\,i_1}{Cos.\,b_1}\,\partial i_1 + Tg.\,b_1\left(\dfrac{\partial n}{n} - \dfrac{\partial n_1}{n_1}\right) \\
\partial i_3 = \partial b_2 = \dfrac{n_1}{n_2}\,\dfrac{Cos.\,i_2}{Cos.\,b_2}\,\partial i_2 + Tg.\,b_2\left(\dfrac{\partial n_1}{n_1} - \dfrac{\partial n_2}{n_2}\right) \\
\partial i_4 = \partial b_3 = \dfrac{n_2}{n^3}\,\dfrac{Cos.\,i_3}{Cos.\,b_3}\,\partial i_3 + Tg.\,b_3\left(\dfrac{\partial n_2}{n_2} - \dfrac{\partial n_3}{n_3}\right) \\
\partial i_5 = \partial b_4 = \dfrac{n_3}{n_4}\,\dfrac{Cos.\,i_4}{Cos.\,b_4}\,\partial i_4 + Tg.\,b_4\left(\dfrac{\partial n_3}{n_3} - \dfrac{\partial n_4}{n_4}\right) \\
\partial U = n_4\,\dfrac{Cos.\,i_5}{Cos.\,U}\,\partial i_5 + Tg.\,U\left(\dfrac{\partial n_4}{n_4}\right)
\end{array}\right\}\ldots\ldots(3)$$

ou enfin, par suite de substitutions successives des valeurs ∂i, et par l'introduction des valeurs g d'après les formules (1) :

$$\partial b = -Tg.b\frac{\partial n}{n}$$

$$\partial b_1 = -\frac{Sin.g}{Cos.b\,Cos.b_1}\frac{\partial n}{n_1} - Tg.b_1\frac{\partial n_1}{n_1}$$

$$\partial b_2 = -\frac{Cos.i_2\,Sin.g}{Cos.b\,Cos.b_1\,Cos.b_2}\frac{\partial n}{n_2} - \frac{Sin.g_1}{Cos.b_1\,Cos.b_2}\frac{\partial n_1}{n_2} - Tg.b_2\frac{\partial n_2}{n_2}$$

$$\partial b_3 = -\frac{Cos.i_2\,Cos.i_3\,Sin.g}{Cos.b\,Cos.b_1\,Cos.b_2\,Cos.b_3}\frac{\partial n}{n_3} - \frac{Cos.i_3\,Sin.g_1}{Cos.b_1\,Cos.b_2\,Cos.b_3}\frac{\partial n_1}{n_3} - \frac{Sin.g_2}{Cos.b_2\,Cos.b_3}\frac{\partial n_2}{n_3} - Tg.b_3\frac{\partial n_3}{n_3}$$

$$\partial b_4 = -\frac{Cos.i_2\,Cos.i_3\,Cos.i_4\,Sin.g}{Cos.b\,Cos.b_1\,Cos.b_2\,Cos.b_3\,Cos.b_4}\frac{\partial n}{n_4} - \frac{Cos.i_3\,Cos.i_4\,Sin.g_1}{Cos.b_1\,Cos.b_2\,Cos.b_3\,Cos.b_4}\frac{\partial n_1}{n_4} - \frac{Cos.i_4\,Sin.g_2}{Cos.b_2\,Cos.b_3\,Cos.b_4}\frac{\partial n_2}{n_4} - \frac{Sin.g_3}{Cos.b_3\,Cos.b_4}\frac{\partial n_3}{n_4} - Tg.b_4\frac{\partial n_4}{n_4}$$

$$\partial U = -\frac{Cos.i_2\,Cos.i_3\,Cos.i_4\,Cos.i_5\,Sin.g}{Cos.b\,Cos.b_1\,Cos.b_2\,Cos.b_3\,Cos.b_4\,Cos.U}\partial n - \frac{Cos.i_3\,Cos.i_4\,Cos.i_5\,Sin.g_1}{Cos.b_1\,Cos.b_2\,Cos.b_3\,Cos.b_4\,Cos.U}\partial n_1 - \frac{Cos.i_4\,Cos.i_5\,Sin.g_2}{Cos.b_2\,Cos.b_3\,Cos.b_4\,Cos.U}\partial n_2 - \frac{Cos.i_5\,Sin.g_3}{Cos.b_3\,Cos.b_4\,Cos.U}\partial n_3 - \frac{Sin.g_4}{Cos.b_4\,Cos.U}\partial n_4$$

formules dont la dernière peut servir à la discussion des questions d'achromatisme. En effet, pour avoir une première approximation, nous n'avons qu'à faire $\partial U = 0$. Nous allons étudier cette condition pour des cas plus simples.

---

§ 2. CAS DE TROIS PRISMES DE MÊME SUBSTANCE.

Admettons que dans la figure (1) le premier, le troisième et

e cinquième prisme soient taillés de la même substance, que e deuxième et le quatrième soient vides.

Nous aurons alors:

$$n = n_2 = n_4 \qquad n_1 = n_3 = 1$$
$$\partial n = \partial n_2 = \partial n_4 \qquad \partial n_1 = \partial n_3 = 0$$

relations, au moyen desquelles nos formules (1) et (4) se réduisent à celles-ci:

$$\left.\begin{array}{ll} & Sin.\, b = \frac{1}{n} Sin.\, i \,. \\ i_1 = b - g & Sin.\, b_1 = n\, Sin.\, i_1 \\ i_2 = b_1 - g_1 & Sin.\, b_2 = \frac{1}{n} Sin.\, i_2 \\ i_3 = b_2 - g_2 & Sin.\, b_3 = n\, Sin.\, i_3 \\ i_4 = b_3 - g_3 & Sin.\, b_4 = \frac{1}{n} Sin.\, i_4 \\ i_5 = b_4 - g_4 & Sin.\, U = n\, Sin.\, i_5 \end{array}\right\} \ldots (5)$$

et:

$$\left.\begin{array}{l} \partial b = - Tg.\, b \frac{\partial n}{n} \\ \partial b_1 = - \frac{Sin.\, g}{Cos.\, b\, Cos.\, b_1} \partial n \\ \partial b_2 = - \frac{Cos.\, i_2\, Sin.\, g}{Cos.\, b\, Cos.\, b_1\, Cos.\, b_2} \frac{\partial n}{n} - Tg.\, b_2 \frac{\partial n}{n} \\ \partial b_3 = - \frac{Cos.\, i_2\, Cos.\, i_3\, Sin.\, g}{Cos.\, b\, Cos.\, b_1\, Cos.\, b_2\, Cos.\, b_3} \partial n - \frac{Sin.\, g_2}{Cos.\, b_2\, Cos.\, b_3} \partial n \\ \partial b_4 = - \frac{Cos.\, i_2\, Cos.\, i_3\, Cos.\, i_4\, Sin.\, g}{Cos.\, b\, Cos.\, b_1\, Cos.\, b_2\, Cos.\, b_3\, Cos.\, b_4} \frac{\partial n}{n} - \\ \qquad - \frac{Cos.\, i_4\, Sin.\, g_2}{Cos.\, b_2\, Cos.\, b_3\, Cos.\, b_4} \frac{\partial n}{n} - Tg.\, b_4 \frac{\partial n}{n} \\ \partial U = - \frac{Cos.\, i_2\, Cos.\, i_3\, Cos.\, i_4\, Cos.\, i_5\, Sin.\, g}{Cos.\, b\, Cos.\, b_1\, Cos.\, b_2\, Cos.\, b_3\, Cos.\, b_4\, Cos.\, U} \partial n - \\ \qquad - \frac{Cos.\, i_4\, Cos.\, i_5\, Sin.\, g_2}{Cos.\, b_2\, Cos.\, b_3\, Cos.\, b_4\, Cos.\, U} \partial n - \frac{Sin.\, g_4}{Cos.\, b_4\, Cos.\, U} \partial n \end{array}\right\} (6)$$

Ainsi, le problème a été notablement simplifié. Il n'y a dans la dernière formule que deux quantités variables, savoir U et n. Nous commencerons par y appliquer la série de TAYLOR.

Pour cela, admettons que le rayon incident soit composé de deux espèces de lumière, pour lesquelles nos prismes ont les indices n et $n+\Delta$. Nommons l'angle U pour l'une des deux couleurs U_n, pour l'autre $U_{n+\Delta}$, nous aurons:

$$U_{n+\Delta}-U_n=\frac{\partial U}{\partial n}\Delta+\frac{1}{1.2}\frac{\partial^2 U}{\partial n^2}\Delta^2+\frac{1}{1.2.3}\frac{\partial^3 U}{\partial n^3}\Delta^3+\text{etc.} \quad (7)$$

L'achromatisme exige que $U_{n+\Delta}=U_n$ et nous aurons donc une première approximation, en faisant $\frac{\partial U}{\partial n}=0$; une seconde approximation, en faisant $\frac{\partial U}{\partial n}=\frac{\partial^2 U}{\partial n^2}=0$, et ainsi de suite. Un achromatisme complet exigerait que toutes les différentielles successives de U par rapport à n, sans exception, fussent zéro.

Ce qui reste de dispersion dépend principalement de la première différentielle qui n'est pas zéro. Nous nommerons le spectre résultant, spectre du premier ordre quand $\frac{\partial U}{\partial n}$ a une valeur sensible; spectre du second ordre, quand il dépend de la valeur $\frac{\partial^2 U}{\partial n^2}$; spectre du troisième ordre, celui qu'on obtiendrait dans le cas que les deux premières différentielles fussent zéro, et ainsi de suite.

Nous avons donc besoin de connaître l'expression générale de $\frac{\partial^2 U}{\partial n^2}$. Pour la calculer avec facilité, écrivons la dernière formule (6):

$$\frac{\partial U}{\partial n}=-P-Q-R$$

nous aurons

$$\frac{\partial^2 U}{\partial n^2}=-\frac{\partial P}{\partial n}-\frac{\partial Q}{\partial n}-\frac{\partial R}{\partial n}.$$

Les quantités P, Q et R contiennent des facteurs des deux formes:

$$p = \frac{1}{Cos.\, b_m} \quad \text{et} \quad q = \frac{Cos.\, i_{m+1}}{Cos.\, b_m}$$

dont les différentielles sont :

$$\frac{\partial p}{\partial n} = \frac{1}{Cos.\, b_m}\, Tg.\, b_m \frac{\partial b_m}{\partial n} = p\, Tg.\, b_m \frac{\partial b_m}{\partial n}$$

$$\frac{\partial q}{\partial n} = \frac{Sin.\,(b_m - i_{m+1})}{Cos.^2\, b_m} \frac{\partial b_m}{\partial n} = q. \frac{Sin.\, g_m}{Cos.\, b_m\, Cos.\, i_{m+1}} \frac{\partial b_m}{\partial n}$$

ce qui nous permet d'écrire immédiatement :

$$\frac{\partial^2 U}{\partial n^2} = -P\left\{Tg.b \frac{\partial b}{\partial n} + \frac{Sin.g_1}{Cos.b_1\, Cos.i_2} \frac{\partial b_1}{\partial n} + \frac{Sin.g_2}{Cos.b_2\, Cos.i_3} \frac{\partial b_2}{\partial n} + \right.$$

$$\left. + \frac{Sin.g_3}{Cos.b_3\, Cos.i_4} \frac{\partial b_3}{\partial n} + \frac{Sin.g_4}{Cos.b_4\, Cos.i_5} \frac{\partial b_4}{\partial n}\right\} -$$

$$- Q\left\{Tg.b_2 \frac{\partial b_2}{\partial n} + \frac{Sin.g_3}{Cos.b_3\, Cos.i_4} \frac{\partial b_3}{\partial n} + \frac{Sin.g_4}{Cos.b_4\, Cos.i_5} \frac{\partial b_4}{\partial n}\right\}$$

$$- R\left\{Tg.\, b_4 \frac{\partial b_4}{\partial n}\right\} - (P + Q + R)\, Tg.\, U \frac{\partial U}{\partial n}.$$

formule qui, dans le cas que $P + Q + R = 0$, donne sans peine la suivante :

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial^2 U}{\partial n^2} = -P\left\{Tg.\, b \frac{\partial b}{\partial n} + \frac{Sin.\, g_1}{Cos.\, b_1\, Cos.\, i_2} \frac{\partial b_1}{\partial n} - Tg.\, i_3 \frac{\partial b_2}{\partial n}\right\} \\ - R\left\{-Tg.b_2 \frac{\partial b_2}{\partial n} - \frac{Sin.\, g_3}{Cos.b_3\, Cos.i_4} \frac{\partial b_3}{\partial n} + Tg.i_5 \frac{\partial b_4}{\partial n}\right\} \end{aligned}\right\} . (8)$$

---

§ 3. CAS DE TROIS PRISMES DE MÊME SUBSTANCE. — PREMIÈRE SOLUTION DU PROBLÈME.

Reprenons la dernière formule (6) que nous faisons égal à zéro. Ajoutons à cette relation les formules (5). Cela fait douze relations entre dix-huit quantités arbitraires, savoir : les six angles d'incidence i, les six angles de réfraction b, les cinq angles des prismes g, et l'indice n. On est donc à même d'y satisfaire de plusieurs manières.

Nous allons introduire quatre conditions arbitrairement choisies, ce qui nous permettra d'obtenir par élimination une relation entre trois quantités, constantes arbitraires.

Les conditions nouvelles seront :

$g = g_4$ c'est-à-dire que les deux prismes extérieurs ont le même angle ;

$g_1 = g_3$ c'est-à-dire qu'ils ont des positions symétriques par rapport au prisme du milieu ;

$\left. \begin{array}{l} i_1 = -b \\ i_3 = -b_2 \end{array} \right\}$ c'est-à-dire que les deux premiers prismes en verre ont pour la lumière la position de déviation minima.

Il s'en suit d'après les formules (5) qu'encore le dernier prisme aura cette même position, c'est-à-dire qu'on aura :

$$\left. \begin{array}{llll} i = i_4 = -b_1 = -U & i_2 = -b_3 & g = 2b = -2i_1 = g_4 \\ b = b = -i_1 = -i_5 & b_2 = -i_3 & g_2 = 2b_2 = -2i_3 \end{array} \right\} \ldots (9)$$

On obtient alors :

$$\left. \begin{array}{lll} \text{pour la quantité P} & P_0 = \dfrac{Sin.\,g}{Cos.\,i\,Cos.\,i_1} \\ \quad '' \quad '' \quad '' \quad Q & Q_0 = \dfrac{Sin.\,g_2}{Cos.\,i_2\,Cos.\,i_3} \\ \quad '' \quad '' \quad '' \quad R & R_0 = \dfrac{Sin.\,g}{Cos.\,i\,Cos.\,i_1} = \dfrac{2}{n}\,Tg.\,i \end{array} \right\} \ldots (10)$$

et la première approximation de l'achromatisme exige donc que :

$$\delta U = 0 = -2\,\frac{Sin.\,g}{Cos.\,i\,Cos.\,i_1} - \frac{Sin.\,g_2}{Cos.\,i_2\,Cos.\,i_3}$$

ou, d'après les formules (9)

$$Sin.\,\tfrac{1}{2}\,g_2\,Cos.\,i = -2\,Sin.\,\tfrac{1}{2}\,g\,Cos.\,i_2 \quad \ldots \quad (11)$$

expression qui indique que g_2 aura un signe autre que celui de g, ou en d'autres termes, que le prisme du milieu aura son angle tourné de l'autre coté que les deux prismes extérieurs. Cette position lui a été donnée dans la figure 2.

Pour obtenir la valeur g_2 élevons au carré l'équation (11) et, en y introduisant

$$Cos.^2\, i = 1 - n^2\, Sin.^2\, \tfrac{1}{2} g \qquad Cos.^2\, i_2 = 1 - n^2\, Sin.^2\, \tfrac{1}{2} g_2$$

nous aurons

$$Sin.\, \tfrac{1}{2} g_2 = - \frac{2\, Sin.\, \tfrac{1}{2} g}{\sqrt{1 + 3n^2\, Sin.^2 \tfrac{1}{2} g}} \, . \, . \, . \, . \, . \, (12)$$

La formule (11) s'écrit encore de la manière suivante:

$$Tg.\, i_2 + 2\, Tg.\, i = 0 \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, (13)$$

qui donne i_2 dès que g et n, et par suite i, sont connus.

Quel est maintenant le degré d'achromatisme obtenu par un système de prismes qui est caracterisé par la formule (12) ou (13)?

Pour répondre à cette question reprenons les formules (6) dont les valeurs entrent dans l'expression de $\frac{\partial^2 U}{\partial n_2}$. Elles deviennent dans ce cas:

$$\left.\begin{array}{l}
\frac{\partial b}{\partial n} = + \frac{1}{n} Tg.\, i_1 \qquad \frac{\partial b_1}{\partial n} = - R_0 \\
\frac{\partial b_2}{\partial n} = - \frac{1}{n\, Cos.\, i_3} \left\{ \frac{2\, Sin.\, \tfrac{1}{2} g\, Cos.\, i_2}{Cos.\, i} + Sin.\, \tfrac{1}{2} g_2 \right\} = 0 \\
\frac{\partial b_3}{\partial n} = + R_0 \quad \frac{\partial b_4}{\partial n} = \frac{1}{n} \left\{ Tg.\, i_1 + R_0 \frac{Cos.\, i}{Cos.\, i_1} \right\} = - \frac{1}{n} Tg.\, i_1
\end{array}\right\} . (14)$$

valeurs, dont la substitution dans la formule (8) donne:

$$\left.\begin{array}{l}
\frac{\partial^2 U}{\partial n^2} = - R_0 \left\{ 2 \frac{Sin.\, g_1}{Cos.\, i\, Cos.\, i_2} \frac{\partial b_1}{\partial n} - 2\, Tg.\, i_1 \frac{\partial b}{\partial n} \right\} \\
\quad = + R_0 \left\{ -2 R_0 (Tg.\, i + Tg.\, i_2) + \frac{2}{n} Tg.^2\, i_1 \right\} \\
\quad = \frac{4}{n^2} Tg\, i \left\{ 2\, Tg.^2\, i + Tg.^2\, b \right\}
\end{array}\right\} . \, . \, (15)$$

Nous voilà donc en état de juger de la combinaison que

nous venons de projeter; $\frac{\partial U}{\partial n}$ est $= 0$, et $\frac{\partial^2 U}{\partial n^2}$ a une valeur positive. Il y aura donc un minimum de U pour la valeur de n qu'on fait entrer dans le calcul de la formule (12) ou (13).

D'abord le spectre du premier ordre a été éliminé. Ensuite nous sommes en état, en choisissant convenablement la valeur de n, de replier sur lui-même le spectre du second ordre dont l'extension se calcule au moyen de l'une ou l'autre des formules (15).

Mais, avant de procéder à ces calculs, une dernière remarque sur la figure (2). Tout étant symétrique dans cette figure, la ligne M M qui divise en deux parties égales le prisme du milieu, donnera deux systèmes plus simples mais dont chacun doit satisfaire à la condition d'achromatisme. En effet, il est nécessaire que dans le prisme du milieu tous les rayons de diverses couleurs se propagent dans une direction normale à la ligne M M. Nos calculs ont déjà confirmé ce raisonnement en nous donnant parmi les formules (14) la valeur $\frac{\partial b_2}{\partial n} = 0$. En outre, on le vérifierait facilement en posant le problème de deux prismes, le premier dans la position de déviation minima, le second dans une position telle que $i_3 = b_3 = 0$. La quatrième formule (6) nous ramènerait alors immédiatement à la condition (11).

Pour obtenir la dispersion dans ce cas, écrivons la formule mentionnée

$$\frac{\partial b_3}{\partial n} = - S - T = 0.$$

Sa différentielle devient:

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial^2 b_3}{\partial n^2} = - S \Big\{ Tg.\, b \frac{\partial b}{\partial n} + \frac{Sin.\, g_1}{Cos.\, b_1\, Cos.\, i_2} \frac{\partial b_1}{\partial n} + \\ + \frac{Sin.\, g_2}{Cos\, b_2\, Cos.\, i_3} \frac{\partial b_2}{\partial n} + Tg.\, b_3 \frac{\partial b_3}{\partial n} \Big\} \\ - T \Big\{ Tg\, b_2 \frac{\partial b_2}{\partial n} + Tg.\, b_3 \frac{\partial b_3}{\partial n} \Big\}\end{aligned}\right\} \ldots (16)$$

ou, dans le cas actuel, si l'on y introduit les valeurs de $\frac{\partial b}{\partial n}$ et de $\frac{\partial b_1}{\partial n}$ d'après les formules (6), celle de $\frac{\partial b_2}{\partial n}$ d'après les formules (14), et encore les relations $i_3 = b_3 = 0$:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial^2 b_3}{\partial n_2} &= S\left\{\frac{1}{n} Tg^2 b + \frac{Sin.g_1}{Cos.b_1\, Cos.i_2} \quad \frac{Sin.g}{Cos.i\, Cos.i_1}\right\} \\ &= \frac{S}{n}\{Tg.^2 b + 2\, Tg.^2 i\} \\ &= \frac{2}{n^2} Tg.i \frac{Cos.i_2}{Cos.b_2}\{2\, Tg.^2 i + Tg.^2 b\} \end{aligned}\right\} \quad . . (17)$$

Ceci étant établi, nous faisons suivre quelques tables numériques qui serviront à démontrer à la fois les propriétes des deux systèmes achromatiques que nous venons de faire connaître.

---

§ 4. TABLES NUMÉRIQUES POUR LA PREMIÈRE SOLUTION DU PROBLÈME.

TABLE I, donnant l'angle g_2 pour quelques valeurs connues de l'angle g et de l'indice n.

Formules: $Sin.i = n\, Sin.\tfrac{1}{2} g \quad Tg.i_2 + 2\, Tg.i = 0 \quad Sin.\tfrac{1}{2} g_2 = \frac{1}{n} Sin.i_2.$

$g =$ / $n =$	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
1.3	53°12'	59°44'	65°36'	70°50'	75°30'	79°36'	83°14'	86°24'	89°14'	91°44'	93°54'
1.5	50 52	56 34	61 30	65 44	69 22	72 30	75 10	77 28	79 28		
1.7	48 38	53 32	57 38	61 4	63 58	66 22	68 22				
1.9	46 26	50 36	54 2	56 50	59 8	61 0					
2.1	44 16	47 54	50 46	53 4	54 54						

TABLE II, donnant la déviation D pour chacune des combinaisons de la Table I.

Formule: $D = 4(i - \frac{1}{2}g) + 2(i_2 - \frac{1}{2}g_2)$ .... i_2 négatif avec g_2

$g =$ / $n =$	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
1.3	0°46′	1° 4′	1°38′	2°22′	3°18′	4°30′	6° 2′	7°54′	10°14′	13°12′	17°2
1.5	2 2	3 10	4 48	6 54	9 30	12 52	17 6	22 36	29 52		
1.7	4 12	6 34	9 48	13 58	19 18	26 18	35 40				
1.9	7 20	11 20	16 52	23 56	33 32	46 54					
2.1	11 18	17 36	26 6	37 36	54 14						

TABLE III, donnant la dispersion du système de trois prismes au moyen de l'arc dont le sinus est 0.00005 $\frac{\partial^2 U}{\partial n_2}$. — Formule (15).

$g =$ / $n =$	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
1.3	0′ 3″	0′ 5″	0′ 8″	0′12″	0′17″	0′26″	0′38″	0′55″	1′22″	2′ 4″	3′18″
1.5	0 3	0 5	0 9	0 15	0 23	0 37	1 0	1 42	3 11		
1.7	0 4	0 7	0 12	0 20	0 35	1 3	2 8				
1.9	0 5	0 9	0 16	0 30	0 59	2 27					
2.1	0 6	0 11	0 22	0 48	2 17						

TABLE IV, donnant la dispersion du système de deux prismes au moyen de l'arc dont le sinus est 0.00005 $\frac{\partial^2 b_3}{\partial n^2}$. — Formule (17).

$g =$ / $n =$	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
1.3	1″	2″	3″	5″	7″	9″	13″	17″	23″	32″	45″
1.5	1	2	3	5	8	11	15	23	35		
1.7	2	8	4	6	9	14	23				
1.9	2	3	5	7	12	22					
2.1	2	3	5	9	19						

Quant à l'extension qu'on a donnée à ces tables, on a admis pour principe de les faire cesser là où les angles d'incidence qui entrent dans la solution du problème atteignent la limite de 70° à 75°. Elles embrassent donc tous les cas qui pourront avoir quelque utilité pour la pratique, et elles peuvent servir à fixer le choix sur un système qu'on voudrait calculer avec plus d'extension.

L'emploi de ces tables est assez simple. Admettons qu'on possède l'espèce de flint que l'on rencontre dans le tableau des indices donné par DUTIROU, savoir celle sortie de la fabrique de GUINAND et constituée de la manière suivante :

$n_b = 1.6910$	$n_e = 1.7025$
$n_c = 1.6925$	$n_f = 1.7076$
$n_d = 1.6968$	$n_g = 1.7175$

On trouve : dans la Table I, que, pour $n = 1.7$, on devra ajouter à deux prismes de 60° un prisme milieu de 68° 22′ pour éliminer le spectre du premier ordre;

dans la Table II, que ce système donnera une déviation de 35° 40;

dans la Table III, que pour $\Delta = 0.01$ la différence $U_{n+\Delta} - U_n$ a une valeur de 2′ 8″, d'où il suit que pour toute autre quantité Δ_1 cette valeur est $\left(\frac{\Delta_1}{0.01}\right)^2$ fois plus grande.

Quant au système de deux prismes, moitié du premier, à un prisme de 60° il faudra ajouter un second d'un angle de 34° 11′, et on aura un système dont la déviation est de 17° 50′. Dans ce cas le spectre du second ordre aura, d'après la Table IV, l'extension de 23″ pour $\Delta = 0.01$.

Pour mieux fixer les idées, admettons que la lumière d'un seul point du soleil ait traversé ce second système et qu'après avoir quitté la dernière face suivant la normale, elle soit reçue dans une lunette astronomique.

L'image de ce point lumineux sera étalé en spectre, mais d'une manière particulière. Nettement défini d'un côté, P (fig. 3), il sera diffus de l'autre. Le point P aura un maximum d'intensité formée par la lumière de $n = 1.70$. A une distance

de 1".5 de ce point il y aura superposition des deux espèces de lumière 1.7025 et 1.6975;

à 5".8 de distance, superposition de 1.7050 et 1.6950.

à 13 " " " " 1.7075 " 1.6925.

à 23 " " " " 1.7100 " 1.6900.

Presque toute la lumière comprise entre les raies D et E sera donc réunie dans le champ de la lunette suivant une ligne de 1".5 de longueur; toute la lumière comprise entre C et D et entre E et F occupera un espace de 11".5, et ainsi de suite.

L'intensité diminuera rapidement et sera bientôt peu sensible en présence du point P. En effet, la lumière solaire présente un maximum d'intensité entre les raies D et E et les intensités de son spectre sont à-peu-près proportionnelles aux nombres suivants:

maximum d'intensité entre. . . .	D et E	= 23.5
intensité moyenne près des raies	D " E	= 16.5
" " " " "	C " F	= 5.5
" " " de la raie	B	= 2.5
" " " " " "	G	= 1.0

D'où il suit par un calcul assez simple que dans notre figure (3) les rapports des intensités seront à-peu-près indiqués par les nombres suivants:

intensité près du point	P	= 94 *).
" " " "	D . E	= 12
" " " "	C . F	= 1.5
" " " "	B	= 0.7
" " " "	G	= 0.06

*) Il est évident maintenant avec quelle valeur de n il faut, de préférence, calculer le système. Le spectre du second ordre se replie sur lui-même dans la couleur, dont l'indice n est entré dans le calcul de la formule (12) ou (13).

Pour notre flint nous avions à choisir entre les limites 1.69 et 1.72, mais il y a eu un avantage réel à adopter la valeur 1.70, qui correspond au maximum d'intensité situé entre les raies D et E. Il y a coöperation maintenant de l'intensité maxima de la lumière solaire, avec le maximum d'intensité que le point P montrerait encore dans le cas que tous les rayons lumineux eussent la même intensité.

En général, on peut dans ces spectres du second ordre faire varier le point P, le mélange des couleurs, et la concentration de la lumière d'une infinité de manières. Présenteraient-ils peut-être un moyen d'étudier quelques questions d'intensité de la lumière et de sensibilité de l'oeil?

Quoique ces nombres ne possèdent qu'un caractère d'approximation, ils suffisent à nous faire juger de cet achromatisme. Il en résulte que cette combinaison sera parfaitement achromatique à l'oeil nu; que son défaut d'achromatisme sera presque insensible pour les lunettes d'un grossissement modéré; qu'enfin pour les lunettes astronomiques auxquelles on impose un grossissement considérable, il y aura un spectre du second ordre de peu d'extension et de peu d'intensité Mais il importe de remarquer que même dans beaucoup de cas, la présence de ce spectre n'aura aucun inconvénient. Savoir, dans tous les cas où l'on voudrait effectuer des mesures sur des images de construction simple comme celles d'une étoile ou d'une fente. Ces images montreront du côté du point P une précision admirable.

Enfin, on peut dire les mêmes choses du système double, c'est-à-dire de celui composé de trois prismes. Le spectre du second ordre aura dans ce cas une extension 5,5 fois plus grande, mais il présentera le même caractère pour la répartition des intensités.

---

§ 5. CALCULS PLUS EXACTS.

Il m'a paru intéressant de calculer plus exactement quelques unes de ces combinaisons. Je vais en donner les résultats.

I. Calcul plus exact du système discuté dans le paragraphe précédent. Soit

$g = g_4 = 60°$ $g_2 = -68° 22' 17.''4$ $g_1 = g_3 = 14° 34' 17.''7$

soit

$i = 58° 12' 42.''0$ et n successivement 1.68, 1.69, 1.70, 1.71 et 1.72.

Le calcul donne:

n	b	b_1	b_2	b_3
1.68	30° 23′ 40″.5	— 56° 5′ 40″.9	— 34° 10′ 17″.0	70° 47′ 13″.8
1.69	30 11 45.4	— 57 8 20.5	— 34 10 55.5	71 44 36.1
1.70	30 0 0.0	— 58 12 42.0	— 34 11 8.7	72 46 59.7
1.71	29 48 24.2	— 59 18 56.0	— 34 10 55.0	73 55 33.4
1.72	29 36 58.0	— 60 27 14.7	— 34 10 13.8	75 11 47.7

n	b_4	U	D
1.68	29° 39′ 5″.5	— 58° 5′ 6″.0	35° 31′ 30″.0
1.69	29 48 58.2	— 58 10 41.3	35 37 5.3
1.70	30 0 0.0	— 58 12 42.0	35 39 6.0
1.71	30 12 24.0	— 58 10 26.2	35 36 50.2
1.72	30 26 26.0	— 58 2 56.6	35 29 20.6

Pour $n = 1.70$ il y a donc minimum de U, maximum de déviation. Quant à la dispersion, il est aisé de contrôler les indications de la Table III. Nommons dans la formule (7)

$$\frac{1}{1.2}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial n^2}\right)(0.01)^2 = \alpha \qquad \frac{1}{1.2.3}\left(\frac{\partial^3 U}{\partial n^3}\right)(0.01)^3 = \beta, \text{ etc}$$

Nous aurons d'après les valeurs précédentes de U, les quatres équations suivantes :

$$2'\ 0.''7 = \alpha - \beta + \gamma$$
$$2\ 15.8 = \alpha + \beta + \gamma$$
$$7\ 36.0 = 4\alpha - 8\beta + 16\gamma$$
$$9\ 45.4 = 4\alpha + 8\beta + 16\gamma$$

qui donnent

$$\alpha = 2'\ 7.''6 \qquad \beta = 8'' \qquad \gamma = 0.''6$$

Pour α la Table III nous donne 2′ 8″, et la valeur de β indique que les termes du troisième ordre se font sentir dans cet exemple.

II. Reste le système de deux prismes, moitié du précédent. Pour le calculer, conservons les angles g, g_1, i, b, i_1, b_1 i_2, et b_2, mais réduisons l'angle g_2 du second prisme à la moitié de ce qu'il était précédemment.

Nous aurons :

n	b_3	D
1.68	0° 1′ 27″.9	17° 48′ 5″.1
1.69	0 0 22.4	17 49 10.6
1.70	0 0 0.0	17 49 33.0
1.71	0 0 23.3	17 49 9.7
1.72	0 1 33.3	17 47 59.7

Dans ce cas on trouve:

$$\alpha = 22.''9 \qquad \beta = 0.''4$$

tandis que la Table IV donne $\alpha = 23''$, valeur qui nous a servi déjà dans la discussion d'où résulte la figure 3.

Pour ce dernier système s'élève la question suivante. On peut en général l'employer de deux manières, en présentant à la lumière la face considérée jusqu'ici comme la première, ou bien, en lui présentant d'abord la face qui était la dernière jusqu'ici et dans laquelle le rayon entrera alors suivant la normale. Il est clair qu'il n'y a aucune différence entre ces deux positions pour la déviation, mais on peut se demander s'il en est de même de l'achromatisme.

Pour répondre à cette question, il suffit de considérer dans les formules générales (5), (6) et (8) le premier prisme comme absolument vide, et de faire $\iota_2 = b_2 = 0$, ce qui donne

$$\left.\begin{array}{l}
\dfrac{\partial U}{\partial n} = -\dfrac{Cos.i_4\, Cos.i_5\, Sin.g_2}{Cos.b_3\, Cos.b_4\, Cos.U} - \dfrac{Sin.g_4}{Cos.b_4\, Cos.U} = -Q - R = 0 \\
\dfrac{\partial b}{\partial n} = \dfrac{\partial b_1}{\partial n} = \dfrac{\partial b_2}{\partial n} = 0 \\
\dfrac{\partial^2 U}{\partial n^2} = -R\left\{-\dfrac{Sin.g_3}{Cos.b_3\, Cos.i_4}\dfrac{\partial b_3}{\partial n} + Tg.i_5\dfrac{\partial b_4}{\partial n}\right\}
\end{array}\right\} (18)$$

valeur, qui est exactement la moitié de celle donnée par la première formule (15) ce qu'on reconnait aisément en introduisant dans celle-ci les relations (9) et (14).

Le système binaire dans sa nouvelle position est donc exactement la moitié du système ternaire, non-seulement pour sa forme et sa déviation, mais encore pour son achromatisme.

Nous allons encore démontrer ce point par un exemple de calcul:

III. Prenons le système dans sa nouvelle position.

Faisons

$$g = 34°\,11'\,8.''7 \quad g_1 = 14°\,34'\,17.''7 \quad g_2 = 60° \quad i = b = 0$$

nous aurons

n	b_1	b_2	U	D
1.68	70° 43′ 35″.8	29° 37′ 42″.4	— 58° 8′ 54″.0	17° 45′ 45″.0
1.69	71 43 37.0	29 48 36.3	— 58 11 42.0	17 48 33.0
1 70	72 46 59.7	30 0 0.0	— 58 12 42.0	17 49 33.0
1.71	73 54 23.4	30 11 59.9	— 58 11 34.0	17 48 25.0
1.72	75 6 42.7	30 24 45.0	— 58 7 50.1	17 44 41.1

$$\alpha = 1' \, 4'' \; . \; \beta = 4''$$

où donc α et β sont dûment la moitié de celles qu'avait données le calcul I, et beaucoup plus grandes que dans le calcul II. Cette nouvelle position est donc moins favorable. Il lui manque le facteur $\frac{Cos.\, i_2}{Cos.\, b_2}$ de la formule (17), facteur, qui réduit notablement la dispersion inhérente au système, surtout dans les cas d'un n très-grand.

Quant à ce dernier point les tables I à IV indiquent assez clairement l'avantage des indices de réfraction considérables, non-seulement pour la déviation qu'on peut atteindre, mais encore pour l'achromatisme.

En effet, si l'on possédait des espèces de verre d'un indice de 2.1, on pourrait au moyen d'un système ternaire, produire une déviation de 35° avec une dispersion probablement inférieure de beaucoup à celle de notre calcul I. J'ai encore calculé un tel système, dont voici les nombres principaux :

IV. Soit

$$g = g_4 = 44° \, 20' \quad g_2 = -52° \, 46' \, 9.''0 \quad g_1 = g_3 = 16° \, 32' \, 21.''9 ;$$

soit

$i = 52° \, 24' \, 15.'' 1$ et n successivement 2.08, 2.09, 2.10, 2.11 et 2 12 ;

il vient :

n	b	b_1	b_2	b_3
2.08	22° 28′ 28″.7	— 51° 0′ 27″.5	— 26° 22′ 48″.3	67° 35′ 27″.6
2.09	22 16 42.2	— 51 42 3.1	— 26 23 0.4	68 15 6.3
2.10	22 10 0.0	— 52 24 15.1	— 26 23 4.5	68 56 37.0
2.11	22 3 21.9	— 53 7 6.2	— 26 23 0.3	69 40 13.8
2.12	21 56 47.8	— 53 50 35.6	— 26 22 47.1	70 26 14.5

n	b_4	U	D
2.08	21° 57′ 22″.9	— 52° 21′ 32″.6	35° 47′ 12″ 9
2.09	22 3 31.0	— 52 23 33.2	35 49 13.5
2.10	22 10 0.0	— 52 24 15.1	35 49 55.4
2.11	22 16 52.1	— 52 23 30.4	35 49 10.7
2.12	22 24 10.5	— 52 21 7 2	35 46 47.5

$\alpha = 43.''5 \qquad \beta = 1.''5$

La valeur α a diminué ici par deux causes. D'un côté nous avons dans nos calculs diminué le facteur $\left(\frac{\Delta n}{n}\right)^2$, en conservant intact Δn et en augmentant l'indice n. De l'autre côté le facteur $Tg^3 i$ qui est le terme principal des formules (15) et (17) devient notablement plus petit pour les n plus grands, dès qu'on conserve la déviation du système. Dans nos calculs I et IV ce facteur avait les valeurs 4.2 et 2.2. D'où il suit que, si l'on pouvait construire des verres de 2.1 d'indice, et avec la même relation $\frac{\Delta n}{n}$ qui a lieu pour le flint, on réduirait le spectre du second ordre à une extension égale à $\frac{2.2}{4.2} = 0.5$ fois celle de la figure 3.

Je présume que des verres plus réfringents que ceux qu'on connait aujourd'hui, auraient encore des avantages pour la construction des lunettes. Mais je me contenterai d'avoir indiqué ce problème pratique qui pourrait fournir un sujet d'études à un physicien bien versé dans les sciences chimiques.

§ 6. CAS DE TROIS PRISMES DE MÊME SUBSTANCE. — SECONDE SOLUTION DU PROBLÈME.

Le système calculé dans le § 3 et représenté dans la figure (2) n'est qu'un cas particulier d'une solution beaucoup plus générale. Admettons qu'il y ait un nombre de $2m-1$ prismes tous taillés de la même espèce de verre, et tous placés dans la position de déviation minima. Donnons à m de ces prismes l'angle g, aux $m-1$ autres l'angle g_2 et plaçons les alternativement.

La dernière formule (6) devient alors:

$$\frac{\partial U}{\partial n} = -m \frac{Sin. g}{Cos. b \, Cos. b_1} - (m-1) \frac{Sin. g_2}{Cos. b_2 \, Cos. b_3} \quad . \; . \; . \; . \; (19)$$

et la condition $\partial U = 0$ prend alors les formes:

$$m \, Tg. i + (m-1) \, Tg. i_2 = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (20)$$

et

$$Sin. \tfrac{1}{2} g_2 = - \frac{m \, Sin. \frac{1}{2} g}{\sqrt{\{(m-1)^2 + n^2 (2m-1) \, Sin.^2 \frac{1}{2} g\}}} \quad . \; . \; (21)$$

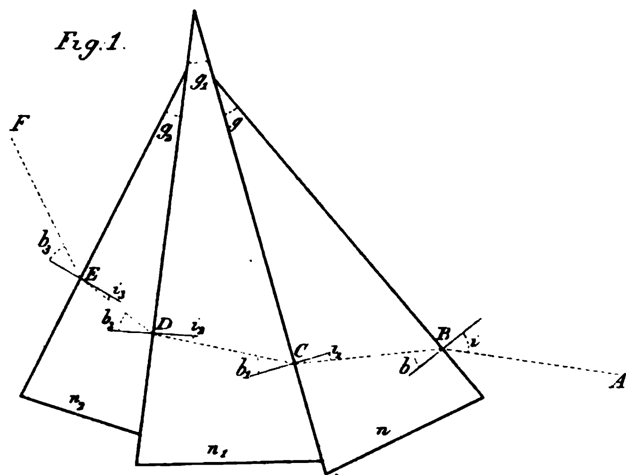
formules qui pour $m = 2$ nous ramènent aux formules (13) et (12).

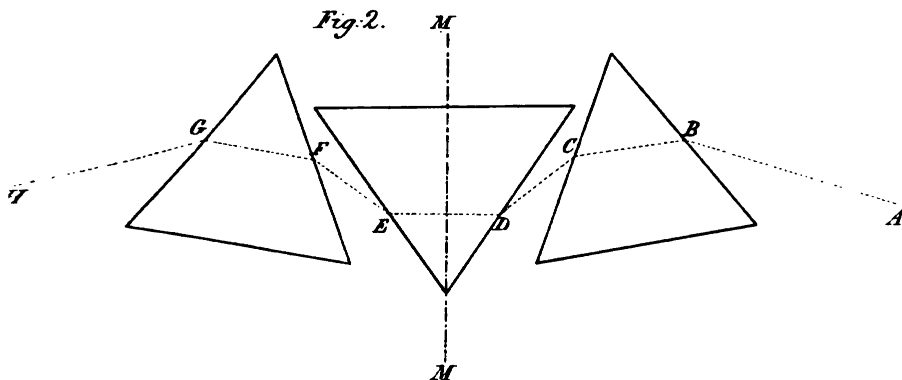
Pour $m = 3$ on a un système de 5 prismes; pour $m = 4$, de 7 prismes; et ainsi de suite. Remarquons que tous les systèmes étant symétriques, chacun d'eux peut être divisé en deux systèmes achromatiques par une ligne de séparation analogue à la ligne M M de la figure 2.

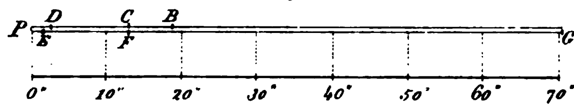
Il y a peu d'intérêt à calculer ces systèmes compliqués dont on ne fera certainement aucun usage dans la pratique. Cependant un seul système pourrait faire exception, celui de 3 prismes, système moitié de celui qui a $m = 3$. (voyez la figure 4).

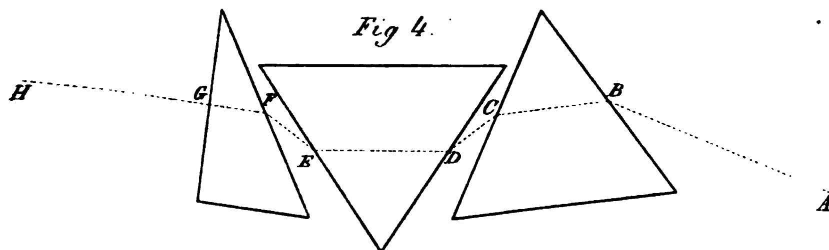
Pour ce système, je n'ai calculé qu'une seule série de valeurs, correspondant à l'indice $n = 1.70$.

Je trouve:









J. Lobatto R. Zn. s Hage

$g =$	30°	40°	50°	60°
'angle g_2	40° 48′	50° 58′	59° 14′	65° 52′
a déviation	1° 28′	3°. 37′	7° 41′	15° 25′
).00005 $\frac{\partial^2 U}{\partial n^2}$	1″	3″	8″	25″

Ces combinaisons, comme les précédentes, satisfont à la condition que les angles d'incidence ne surpassent pas les 70 à 75 dégrés. Les formules qui ont servi à les calculer sont les suivantes :

$$Sin\, i = n\, Sin. \tfrac{1}{2} g \qquad 3\, Tg. i + 2\, Tg. i_2 = 0 \qquad Sin. \tfrac{1}{2} g_2 = \frac{1}{n} Sin. i_2$$

$$2\, D = 3 (i - \tfrac{1}{2} g) + 2 (i_2 - \tfrac{1}{2} g_2)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial n^2} = \frac{Tg. b}{n} \{2\, Tg.^2 b + \tfrac{5}{2} Tg.^2 i - \tfrac{1}{2} Tg.^2 b_2\} \quad \ldots\ldots \quad (21)$$

dont on obtient la dernière en substituant dans la formule (8)

$$\frac{\partial b}{\partial n} = -\frac{1}{n} Tg. b \qquad \frac{\partial b_1}{\partial n} = -\frac{2}{n} Tg. i \qquad \frac{\partial b_2}{\partial n} = -\frac{1}{n} \frac{Cos. i_2}{Cos. b_2} \frac{Tg. i}{2 n}$$

$$\frac{\partial b_3}{\partial n} = +\frac{1}{n} Tg. i \qquad \frac{\partial b_4}{\partial n} = \frac{\partial U}{\partial n} = 0 \quad R = \tfrac{1}{2} P = Tg. b$$

et en introduisant dans les réductions celles des formules (9) qui peuvent être employées dans ce cas.

On aura déjà vu que cette combinaison donne en général des déviations plus petites et des dispersions à-peu-près égales quand on la compare au système de deux prismes. Ce dernier paraît donc être le plus favorable qu'on puisse construire et il semble qu'il n'y a aucune raison de lui préférer des systèmes plus compliqués.

blicke des Antrittes wurde vom Apparat ein galvanischer Strom unterbrochen, wodurch ein Querstab zurückgezogen wurde, welcher das Pendel des Secunden-Zählers, in der schrägen Stellung seiner grössten Ausweichung, aufhielt. Durch die Coincidenzen der Schläge des Secunden-Zählers mit den Schlägen der Pendeluhr, liess sich, als der Apparat gehörig rectificirt war, der wahre Augenblick des Antrittes, mit einer Sicherheit von zwei Hundertel einer Secunde bestimmen und der Fehler einer Beobachtung ergab sich, durch deren Vergleichung mit diesem Augenblicke. Hat man einen Registrir-Apparat zu seinem Gebote, so lässt sich der Augenblick des Antrittes dadurch weit leichter als durch Coincidenzen von Uhrschlägen bestimmen, und zugleich wird es dabei möglich, die Antritte so schnell als man es wünscht, auf einander folgen zu lassen. Als im vergangenen Jahre die Sternwarte in Leiden einen Registrir-Apparat, nach KRILLE, von Herrn KNOBLICH in Altona gefertigt, und dabei einen HANSEN'schen Registrir-Apparat, mit dem von Herrn Prof. VON LITTROW empfohlenen Electromotor, aus der Werkstatt der Herren MAYER und WOLF in Wien, erhalten hatte, entschloss ich mich sogleich einen dieser Apparate zur Notirung der Zeitpunkte meiner künstlichen Durchgänge zu benutzen. Mit dieser Abänderung wollte ich, nach dem alten Princip, einen neuen Apparat anfertigen, womit ich nicht nur Bestimmungen von und Untersuchungen über persönliche Fehler, aber auch Uebungen in der Beobachtungskunst der hier Studirenden beabsichtigte. Als ich mich aber längere Zeit vergebens bemüht hatte mir eine brauchbare Uhr mit Windfang zu verschaffen, fertigte ich mir einen Pendel-Apparat an, einigermassen dem Apparat ähnlich, dessen sich die Herren HIRSCH und PLANTAMOUR, zu demselben Zwecke, bedienten. Nachher hatte mein Sohn Dr. P. J. KAISER, die Gefälligkeit, aus einigen alten Rädern, eine völlig brauchbare Uhr mit Windfang für mich darzustellen und damit habe ich sogleich einen Apparat angefertigt, der weit transportabeler als der Pendel-Apparat ist und sich überdiess zu mehr ausgebreiteten Untersuchungen eignet.

Wenn mein neuer Apparat jederzeit eine leichte und sichere Bestimmung des persönlichen Fehlers gestattet, kann er nicht ganz nutzlos für die Astronomie sein. Man wird es doch den

Herren HARTMANN *) und WOLF †) beistimmen müssen, dass beobachtende Astronomen einer systematischen Uebung in der Beobachtungskunst bedürfen, und dass solch ein Apparat sich besonders zu dieser Uebung eignet. Ueberdiess sind die persönlichen Fehler für die Astronomen noch stets Quellen von Schwierigkeiten und Sorgen, welche sich durch eine absolute Bestimmung dieser Fehler gewiss verringern lassen. Solch eine Bestimmung wird die Zusammenstellung der Beobachtungen verschiedener Astronomen erleichtern und vielleicht auch bei Längenbestimmungen die Umwechslung der Beobachter überflüssig machen. Ich meinte, dass mein Apparat auch für die mitteleuropäische Gradmessung einige Bedeutung haben konnte und in dieser Meinung verstärkte mich der Beifall, welchen er sich beim Central-Büreau der Gradmessung erwerben möchte. Diese Gründe veranlassten mich einen kurzen Bericht über meinen Apparat unserer Academie von Wissenschaften zur Veröffentlichung vorzulegen und ich bediente mich dabei der Deutschen Sprache, damit die Unbekanntheit meiner Muttersprache meine Hoffnung, dass dieser Bericht der Wissenschaft einigermassen nutzen werde, nicht gänzlich vereitele.

Die beigefügten Skizzen einiger Theile des Apparats werden einen hinreichenden Begriff vom Ganzen geben können. Fig. 1 stellt einen Theil des Apparats vor, auf $\frac{1}{5}$ der natürlichen Grösse. AB ist ein starkes Brett, welches dem Apparat zum Fussgestell dient. Senkrecht auf diesem Brett steht bei A eine eiserne Achse, welche an ihrem oberen Ende die feststehende Lampe C trägt. Um die genannte Achse dreht sich eine Büchse, an deren oberen Ende die Scheibe EF befestigt ist. An der Scheibe EF sind mehrere Aerme festgeschraubt von welchen in der Figur nur ein einziger, nämlich GH, dargestellt ist. Eine ganz einfache Uhr mit einem Windfang treibt die Büchse mit deren Aermen herum, mittelst einer Schnur, welche um eine Scheibe in der Uhr und um eine Scheibe an der Büchse läuft. Der Gang der Uhr, welche von einer Feder getrieben wird, lässt sich beträchtlich abändern durch eine Verstellung der Blätter

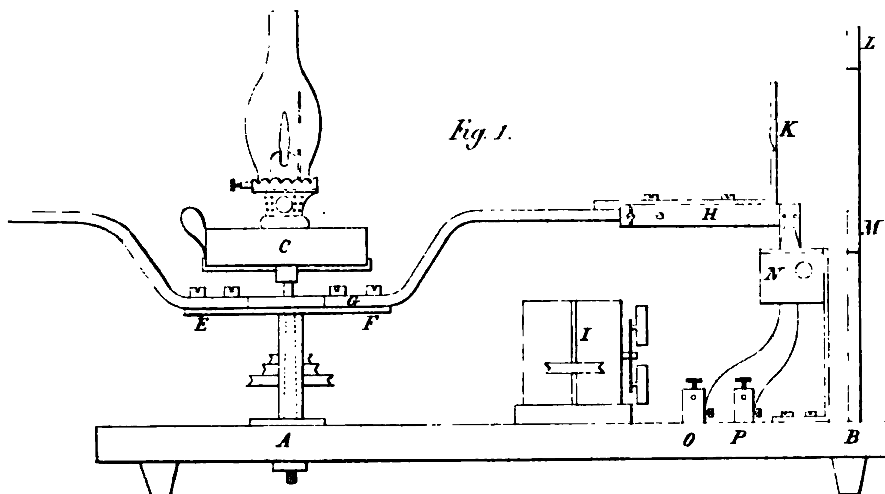
*) *Astronomische Nachrichten*, N°. 1545.

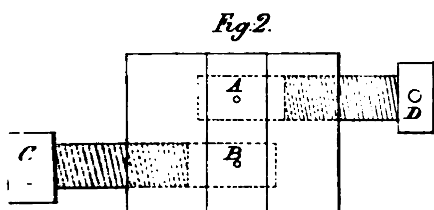
†) *Annales de l'Observatoire Impérial de Paris. Mémoires.* Tome VIII.

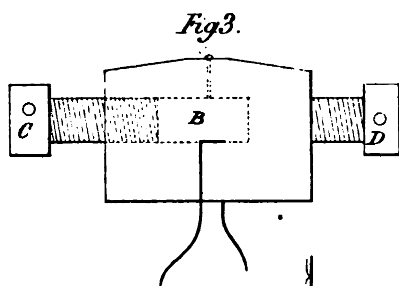
des Windfanges und damit die Rotationszeit der Büchse sich, auch bei demselben Gang der Uhr, abändern lässe, kann die Schnur laufen über eine von mehreren Scheiben verschiedener Durchmesser, welche an der Büchse befestigt sind. Durch eine Verschiebung der ganzen Uhr wird die Schnur mit gehöriger Kraft gespannen.

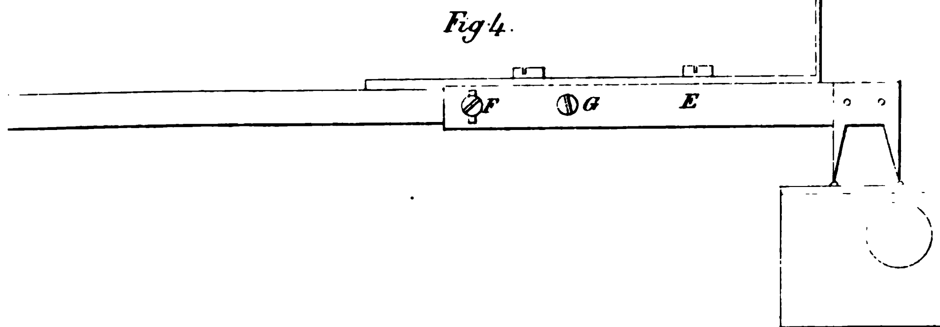
Die Lampe C ist eine Petroleum-Lampe mit einer flachen Flamme. Innerhalb des Glases findet sich, vor der Flamme, ein Schirm von dünnem Messing-Blech, mit einer runden Oeffnung. Dieser Schirm, wodurch die Flamme eine runde Form erhält, schadet dem guten Brennen der Lampe durchaus nicht. Jeder der Aerme trägt, an seinem Ende, eine Glaslinse K, deren Entfernung von der Flamme sich ändern lässt. Senkrecht auf dem Brett AB steht ein eiserner cylinderförmiger Rahmen LM, woran, an der äusseren Seite, ein geöltes Papier geklebt ist. Die Achse des cylinderförmigen Rahmens fällt mit der Achse bei A zusammen, um welche sich die Aerme drehen und in deren Verlängerung die Flamme der Lampe C steht. Die Glaslinse K giebt ein Bild der Flamme auf dem cylinderförmigen papiernen Schirm LM und dieses Bild geht, innerhalb gewisser Grenzen, in eine saubere Lichtscheibe von beliebiger Grösse über, wenn man die Linse K dem Schirme LM näher rückt. Durch diese Lichtscheibe, in einiger Entfernung von aussen beobachtet, wird ein Stern, und durch einen Streifen von schwarzem Papier, auf der äusseren Seite am Schirme geklebt, wird ein Faden im Fernrohr dargestellt. Bei der Bewegung der Lichtscheibe durch die Uhr, wird also der Durchgang eines Sterns einem Faden vorüber im Fernrohr sehr getreu nachgeahmt, aber man muss die Schnelligkeit der Lichtscheibe, deren Durchmesser und die Breite des schwarzen Papierstreifens so reguliren, dass die scheinbare Bewegung und der scheinbare Durchmesser des Sterns, sowie die scheinbare Dicke des Fadens, für ein Fernrohr von bestimmter Brennweite, Oeffnung und Vergrösserung genau dargestellt werden.

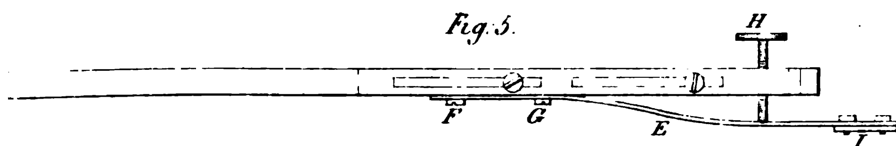
Der Durchmesser der Lichtscheibe wird immer etwas grösser sein müssen als die Breite des schwarzen Papierstreifens. Wenn die Lichtscheibe so vom Papierstreifen durchschnitten wird, dass die Segmente der Lichtscheibe an beiden Seiten des Streifens


Fig. 1.
L
K
H
M
C
N
G
E
F
I
A
O
P
B


Fig. 2.
A
B
C
D


Fig. 3.
B
C
D


Fig. 4.
F
G
E


Fig. 5.
H
F
G
E
I

gleich sind, muss ein galvanischer Strom geschlossen werden, wodurch der Augenblick dieses Vorüberganges auf einem Registrir-Apparat bezeichnet wird. Besonders bei Auge- und Ohr-Beobachtungen ist es von grosser Wichtigkeit, dass der Gang der Uhr nicht gestört wird während der Secunde, innerhalb welcher die Beobachtung fällt. Die Schliessung des Stromes muss also ohne bemerkbaren Widerstand oder Reibung vor sich gehen und dieses Ziel wird erreicht dadurch, dass an jedem Arm eine Gabel von Kupfer verbunden ist, deren feine Spitzen gleichzeitig in zwei Quecksilbertropfen tauchen, worin die Leitungsdrähte enden. Damit diese Gabel sich leicht und genau rectificiren lasse, ist sie an einer stählernen Feder H verbunden, welche sich durch eine Schraube, an der Hinterseite des Armes, stellen lässt. Die Quecksilbertropfen treten aus Löchern in dem Holzblock N empor. In diese Löcher laufen zwei Drähte aus, welche an den Klemmstücken O und P verbunden sind und an diesen Klemmstücken werden auch die Drähte befestigt, welche weiter zum Registrir-Apparat führen.

Die Quecksilbertropfen werden vom Kupfer amalgamirt und von den Funken und der Luft oxydirt, weshalb sie bald ihre Flüssigkeit verlieren und öfters erneuert werden müssen. Damit man jedesmal ganz leicht neue Quecksilbertropfen anwenden könne, hat der Holzblock N eine Einrichtung erhalten, welche in Fig. 2 und Fig. 3 auf $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse dargestellt ist. Fig. 2 zeigt den Holzblock von oben, Fig. 3 von der einen Seite gesehen. Im Holzblocke sind zwei Löcher A und B ausgebohrt, wovon das eine seine Oeffnung an der einen Seite, das andere seine Oeffnung an der anderen Seite hat. In diesen Oeffnungen schliessen, mit Schraubenfäden, die dicken eisernen Schrauben C und D, und an der oberen Seite des Holzblocks sind zwei feine Löcher ausgebohrt, von welchen jedes in einen der Räume A und B ausläuft. Die Räume A und B sind mit Quecksilber ausgefüllt und hat man alte Quecksilbertropfen mit dem Finger weggeworfen, so erhält man sogleich neue, wenn man nur die Schrauben C und D ein wenig anzieht. Die Räume A und B können hinreichend Quecksilber für ein Paar Monate enthalten, wenn man auch täglich die Tropfen erneuern wollte.

Die Rectification der Gabel zeigt sich in Fig. 4 und Fig. 5,

welche das Ende von einem der Aerme auf $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse darstellen. Fig. 4 zeigt den Arm von einer Seite, Fig. 5 von oben gesehen. Die Gabel wird von der stählernen Feder E getragen, welche mit den Schrauben F und G an einer Seite des Armes befestigt ist. Die Feder hat bei F einen Schlitt, wodurch sie sich um die zweite Schraube drehen und die Gabel sich also heben und senken lässt. Bei einer gehörigen Stellung der Gabel gehen die Spitzen genau durch die Tropfen, ohne das Holz zu berühren, und die Gabel lässt sich auch so sehr heben, dass die Spitzen nicht durch die Tropfen gehen, und damit der Arm ausser Wirkung gesetzt wird. Senkrecht durch den Arm, an seinem Ende, geht die Schraube H (Fig. 5), welche gegen die Feder E drückt und wodurch, mit der Feder, die Gabel I so gestellt wird, dass die Schliessung des Stromes genau mit der Bisection der Lichtscheibe zusammentrifft.

Um den Apparat zu rectificiren, schaltet man in den Klemmstücken O und P (Fig. 1) ein Meidinger oder ein Bichromas-Kalicus Element, mit einem ganz einfachen Electromagnete ein. Man stelle den Arm so, dass die Lichtscheibe genau von dem Papierstreifen bisecirt wird. Man drehe die Schraube H so, dass die Gabel sich in derselben Richtung bewegt, als worin der Arm von der Uhr bewogen wird und hört zu drehen auf als der Anker vom Electromagnete angezogen wird. Man kann auf diese Art die Gabel leicht auf ein paar Zehntel Millimeter rectificiren und in den meisten Fällen wird dies nicht einmal mit einem Hundertel einer Secunde übereinstimmen.

Bei Auge- und Ohr-Beobachtungen ist, wie gewöhnlich, die Secunden-Spitze des Registrir-Apparats mit dem Stromschliesser der Pendeluhr verbunden und die Klemmstücke O und P (Fig. 1) werden in den Draht der Taste eingeschaltet. Der wahre Augenblick der Erscheinung wird also auf dem Registrir-Apparat verzeichnet, und die Auge- und Ohr-Beobachtungen werden am besten auf einer galvanischen Uhr angestellt, welche die Zeit der Pendeluhr angiebt.

Bei Registrir-Beobachtungen muss der Draht vom Stromschliesser der Pendeluhr unterbrochen und dieser ausser Wirkung gesetzt werden. Eine Hülfsbatterie von etwa zwei Meidinger Elementen wird zwischen dem Electromagnete der Secunden-

Spitze und den Klemmstücken O und P eingeschaltet, und so wird, im wahren Augenblick des Durchganges, ein Zeichen auf dem Registrir-Apparat gegeben. Die Taste ist dabei auf gewöhnlicher Art mit ihrer Spitze am Registrir-Apparat verbunden, und damit wird die Registrir-Beobachtung des Antrittes angestellt. Auf dem Registrir-Apparat findet man also zwei Zeichen neben einander, deren Unterschied unmittelbar den Fehler der Beobachtung angeben würde, wenn die Spitzen des Apparats keinen Fehler hätten. Der Fehler der Spitzen rührt von deren gegenseitigen Stellung und von dem ungleichen Zeitraum her, welchen die zwei Electromagnete brauchen um ihre Spitzen zum Anschlagen zu bringen. Ich habe einen einfachen Apparat angefertigt, wodurch die Ströme beider Spitzen, unabhängig von einander und doch vollkommen gleichzeitig, für einen Augenblick, geschlossen werden können. Dadurch erhält man zwei Zeichen auf dem Apparat, deren Unterschied die Summe der Fehler der Spitzen ist. Die Ablesung der Registrir-Apparate findet in Leiden nicht durch Schätzung der Untertheile von Secunden statt, aber mittelst von mir angefertigter Apparate, wodurch, gleich schnell wie eine Schätzung, die Zehntel von Secunden direct und genau gemessen und die Hundertel von Secunden, auf ein oder zwei Einheiten sicher, geschätzt werden. Einer dieser Apparate dient zu KNOBLICH's Cylinder, der andere zum MORSE'schen Papierstreifen des Apparats von MAYER und WOLF. Mit diesen Ablesungsapparaten hat sich niemals ein Unterschied, zwischen der gegenseitigen Stellung der Spitzen und ihren ganzen Fehlern, von einem Hundertel einer Secunde ergeben, obschon die Batteriën absichtlich geändert wurden. Der Unterschied zwischen den Zeiträumen welche beide Spitzen brauchen um anzuschlagen, ist also bei den Apparaten in Leiden unmerkbar. Mittelst eines einfachen Umschalters, an der Wand des Zimmers, werden die Ströme in einem Augenblick für Auge- und Ohr- oder für Registrir-Beobachtungen gerichtet.

Um dem schwarzen Papierstreifen die gehörige Breite und der Lichtscheibe den gehörigen Durchmesser geben zu können, bemerke man dass ein gewöhnlicher Spinnen-Coconfaden, in einem Fernrohr von 8 Fuss Brennweite, fast genau eine Se-

cunde am Himmel deckt, und dass die Dicke desselben Fadens in Secunden den Brennweiten der Fernröhre umgekehrt proportional ist. Der Interferenz des Lichtes gemäss hat ein Stern, in einem vollkommnen Fernrohr mit einer Oeffnung von 6 Zoll, einen Durchmesser von 1",77 und ist dieser Durchmesser den Oeffnungen der Fernröhre umgekehrt proportional. Da aber die Bilder der Sterne nicht scharf begrenzt sind und das Licht am Rande sich nicht bis zum gänzlichen Verschwinden folgen lässt, zeigen die Bilder der Sterne sich, in sehr guten Fernröhren, immer etwas kleiner als der Interferenz des Lichtes gemäss, und helle Sterne zeigen sich etwas grösser als schwächere. Da das Verhältniss zwischen Oeffnung und Brennweite bei den jetzigen Fernröhren verschiedener Grösse nicht sehr verschieden ist, wird es hinreichen die Breite des Papierstreifens zu berechnen und den Durchmesser der Lichtscheibe immer etwas grösser als diese Breite zu machen. Mit dem Fernrohr eines Meridiankreises wie der Leidner, dessen Oeffnung 6 Zoll und Brennweite 8 Fuss ist, zeigt sich, bei einer Vergrösserung von 200 mal, ein gewöhnlicher Spinnen-Coconfaden dem Auge unter einem Winkel von 3' 20". Betrachtet man also den Apparat in einer Entfernung von 5 Meter, so muss der Streifen eine Breite von 4,8 Millim. haben, um einen Faden im Fernrohr des Meridiankreises darzustellen. Die Bewegung eines Sterns im Aequator bei einer 200 maligen Vergrösserung ist in einer Zeitsecunde, für das Auge, 50'. In einer Entfernung von 5 Meter zeigt sich unter diesem Winkel eine Linie von 0,0727 Meter und diesen Raum muss die Lichtscheibe in einer Secunde durchlaufen, um die Bewegung eines Aequatorsterns im Meridiankreise darzustellen. Bei meinem Apparat beschreibt die Lichtscheibe einen Kreis, dessen Radius 0,352 Meter und dessen Circonferenz also 2,212 Meter beträgt. Die Aerme müssen sich daher in 30 sec. um die Lampe drehen, damit die Bewegung der Lichtscheiben, in einer Entfernung von 5 Meter, die Bewegung eines Aequatorsterns im Fernrohr des Meridiankreises darstelle, und dies lässt sich durch den Windfang der Uhr leicht bewirken. Will man die Beobachtung in einer Entfernung von 10 Meter anstellen, so wende man ein Galileisches Fernrohr mit zweimaliger Vergrösserung an. Kehrt man dieses Fern-

rohr um, wodurch es zweimal verkleinert, so beobachtet man dasselbe in einer Entfernung von 2,5 Meter. Hat man keinen beliebigen Raum zu Gebote, so kann man im Allgemeinen ein kleines Fernrohr zu Hülfe ziehn. Lässt man die Uhr langsamer gehn, ohne die Breite des Streifens und den Durchmesser der Lichtscheibe zu ändern, so wird, durch die Lichtscheibe, die Bewegung eines Sterns ausser dem Aequator, im Fernrohr des Meridiankreises, dargestellt. Bei einem kleineren Fernrohr ist das Verhältniss, zwischen dem Raum, welchen ein Stern in einer Secunde durchläuft und dessen scheinbaren Durchmesser oder der scheinbaren Dicke des Fadens ein ganz anderes, und dies muss genau beachtet werden, indem der persönliche Fehler, ohne Zweifel, zum Theil von diesem Verhältniss abhängt.

Hat der Apparat acht Aerme, welche sich in 30 Secunden um die Lampe drehen, so folgen die Antritte in einem Zeitraum von 3,7 Secunden auf einander, welches sich für Registrir-Beobachtungen eignet. Will man Auge- und Ohr-Beobachtungen anstellen, so lässt man nur zwei gegenüberstehende Aerme wirken, indem man die Gabeln der übrigen Aerme aufhebt und ihre Linsen durch einen Schirm bedeckt. Die Antritte werden dann in dem für Auge- und Ohr-Beobachtungen geschickten Zeitraum von 15 Sec. auf einander folgen.

Bei dem Apparat sind Schirme angebracht, wodurch die Lampe den cylindrischen Schirm von geöltem Papier nur durch die Linsen beleuchten kann. Diese Schirme sind in den Figuren nicht dargestellt, weil sie die einzelnen Theile des Apparats verdeckt haben würden. Bei den Beobachtungen wird der Apparat, an der vorderen Seite bedeckt durch einen grossen schwarzen Schirm mit einer länglichen Oeffnung, wodurch der Beobachter nur den weissen cylindrischen Schirm erblickt.

Die Lichtscheiben bewegen sich, wie die Sterne an der Südseite des Meridians im umkehrenden Fernrohr, von der rechten zur linken Hand. Will man diese Bewegung umkehren, so hat man nur die Schnur, welche die Uhr an den Aermen verbindet, sich überkreuzen zu lassen. Die Richtung der Bewegung wird auch umgekehrt, wenn man die Lichtscheiben durch ein Prisma betrachtet, dessen Spiegelfläche der Gesichtslinie parallel gehalten wird. Mittelst eines solchen Prismas kann man die Be-

wegung der Lichtscheiben auch beliebige schräge und vertikale Richtungen annehmen lassen, und also die Bewegung der Gestirne nachahmen, wie diese sich in gebrochenen Fernröhren zeigt. Uebrigens lassen sich mit meinem Apparate nicht nur Faden-Antritte von Gestirnen, sondern auch andere astronomische Erscheinungen nachahmen. Bedeckt man den geölten papiernen Schirm, an einer Seite, zur Hälfte durch einen schwarzen Schirm, so erhält man Verschwindungen von Lichtpunkten, den Sternbedeckungen bei Eintritten ähnlich. Bedeckt man die Hälfte des Schirmes zur anderen Seite, so werden die Austritte bei Sternbedeckungen nachgeahmt. Bedeckt man den ganzen papiernen Schirm durch einen schwarzen Schirm mit einem Schlitt, so erhält man Erscheinungen welche den Lichtblitzen ähnlich sind. Verwechselt man die Linsen mit ausgeschnittenen Schirmen von Messing-Blech, so kann man auch die Bewegung des Sonnenrandes, vorüber Fäden im Fernrohr darstellen.

Es ist klar, dass mein Apparat keine feine mechanische Arbeit zu sein braucht, und dass eine ziemlich rohe Uhr mit Windfang dazu gänzlich hinreicht. Das erste Exemplar, welches hier angefertigt wurde, und womit alle bisherige Beobachtungen angestellt sind, ist grösstentheils nur vom Tischler aus Holz gearbeitet. Bei einem neuen Exemplar, welches jetzt in Arbeit ist, habe ich die Büchse, die Scheibe und die Aerme vom Schmiede, aus Eisen arbeiten lassen und dabei, anstatt vier, acht Aerme angebracht. Das einzige, welches einige Genauigkeit erfordert, liegt in den Umstand, das die zwei Spitzen einer jeden Gabel zugleich durch die Quecksilbertropfen gehen müssen. Um dies leicht zu erreichen, habe ich die Spitzen der Gabeln etwas lang gemacht, so dass sie sich mit der Zange biegen lassen. Haben die Spitzen einmal ihre gehörige gegenseitige Stellung erhalten, so werden sie diese nicht leicht verlieren.

Mein Pendel-Apparat ist leichter anzufertigen als der oben beschriebene und wohlfeiler, da er keine Uhr erfordert, aber er ist weniger transportabel und für Auge- und Ohr-Beobachtungen weniger geeignet. Er besteht aus einer eisernen Stange, 1,5 Meter lang, welche, etwas unter der Mitte, ein Querstück hat mit zwei Spitzen, womit sie auf zwei Stahlplatten ruht. Das untere Ende hat ein festes Gewicht und das obere ein verschieb-

bares, durch dessen Verstellung die Stange Schwingungen von 1 bis 12 Secunden um die genannten Spitzen machen kann. Das obere Ende trägt eine Linse, welche das Bild einer festen, runden Flamme auf einen ebenen Schirm von geöltem Papier wirft. Wie bei dem anderen Apparat wird ein Stern durch dieses Bild und ein Faden im Fernrohr durch einen schwarzen Papierstreifen dargestellt. Bei jeder Schwingung und gerade im Augenblick als das Bild vom Papierstreifen bisecirt wird, taucht sich eine Spitze am Pendel in einen feststehenden Quecksilbertropfen. Dieser Tropfen und die Spitze sind mit Leitungsdrähten verbunden, welche bei deren Zusammenkunft geschlossen werden. Dieser Pendel-Apparat ist besonders zu Auge- und Hand-Beobachtungen geeignet und lässt sich sehr leicht anfertigen.

Herr C. WOLFF in Paris hat, im 8ten Bande der *Annales de l'observatoire Impérial de Paris* (*Mémoires,* Paris 1866) eine Beschreibung gegeben eines von ihm erfundenen Apparats, zur absoluten Bestimmung persönlicher Fehler, womit er viele sehr wichtige Untersuchungen angestellt hat. Mein Apparat, welcher nur eine Abänderung ist des Apparats, dessen ich schon im Jahre 1851 erwähnte, und den ich im Jahre 1862 ausführlich beschrieb, kommt mir weit einfacher und transportabeler vor, und hat bei anderen Vorzügen auch diese, dass er keinen festen Grund erfordert und sich bei Auge- und Ohr-Beobachtungen von mehreren Beobachtern zugleich benutzen lässt.

Obschon zahlreiche Differenzen zwischen persönlichen Fehlern bekannt gemacht wurden, stehen die systematischen Untersuchungen des Herrn C. WOLFF über den absoluten Betrag dieser Fehler noch ganz allein, während diese sich auf Auge- und Ohr-Beobachtungen beschränken. Ich glaube daher, dass es nicht ganz nutzlos sein wird hier einige der Resultate mitzutheilen, wozu mein Apparat an der Sternwarte in Leiden geführt hat. Ich beschränke mich zu den Beobachtungen, welche vom Beobachtungspersonal der Sternwarte angestellt wurden, und woran sich die Herren Observatoren Dr. N. M. KAM und Cand. A. VAN HENNEKELER, mein Sohn und Adjunct bei dem Vorstand der Instrumente der Niederländischen Marine Dr. P. J. KAISER betheiligten und woran auch von mir Theil genommen wurde.

Die Rectification meines Apparats, sowie die Bestimmung des Fehlers und die Ablesungen des Registrir-Apparats wurden stets von mir selbst ausgeführt. Absichtlich wurde täglich mein Apparat entstellt und auf's Neue rectificirt, damit mögliche kleine Fehler der Rectification ausgeglichen wurden. Bisweilen hat auch Herr Dr N. M. KAM mit meinem Ablesungsapparat den Registrir-Appárat abgelesen, und nur sehr selten stieg der Unterschied mit mir zu zwei Hundertel einer Secunde.

Die nachfolgenden Tafeln enthalten die persönlichen Fehler der Beobachter, wie diese aus der Beobachtungsreihe eines jeden Tages hervorgingen. Die Beobachter werden dabei mit den nachfolgenden Initialen bezeichnet:

durch N. M. K. Herr Dr N. M. KAM.
" V. H. " Cand. A. VAN HENNEKELER.
" P. J. K. " Dr P. J. KAISER
" F. K. " F. KAISER.

BEOBACHTUNGSREIHE A.

Auge und Ohr. Die Lichtscheiben und ihre Bewegung stellten einen Aequatorstern dar, beobachtet mit dem hiesigen Ertel'schen Passageninstrument, dessen Fernrohr eine Oeffnung von 19 Linien, eine Brennweite von 18 Zoll und eine Vergrösserung von 50 mal hat. Die Antritte folgten in 17 Sec auf einander. Jedes Resultat ist das Mittel aus 40 Bestimmungen.

1867.	N. M. K.	v. H.	P. J. K.	F. K.
Jan. 14	+ 0s.18	— 0s.01	+ 0s.04	— 0s.12
" 16	+ 0.26	. . . . .	+ 0.08	— 0.05
" 29	+ 0.19	+ 0.08	— 0.01	— 0.07
" 30	+ 0.21	+ 0.08	+ 0.03	— 0.09
" 31	+ 0.10	+ 0.07	+ 0.02	— 0.14
Mittel	+ 0.188	+ 0.055	+ 0.032	— 0.094

BEOBACHTUNGSREIHE B.

Auge- und Hand-, oder Registrir-Beobachtungen. Der Apparat ungeändert wie bei der Beobachtungsreihe A, sodass wieder

ein Aequatorstern im Passageninstrumente dargestellt wurde. Die Antritte folgten in 17 Sec. auf einander. Jedes Resultat ist das Mittel aus 20 Bestimmungen.

1867.	N. M. K.	v. H.	B. J. K.	F. K.
Febr. 1	+ 0s.03	— 0s.09	— 0s.11	— 0s.09
„ 2	+ 0.07	— 0.07	— 0.10	— 0.10
„ 4	+ 0.01	— 0.07	— 0.11	— 0.09
„ 5	+ 0.03	— 0.05	— 0.09	— 0.09
„ 6	+ 0.00	— 0.09	— 0.07	— 0.10
Mittel	+ 0.028	— 0.074	— 0.096	— 0.094

BEOBACHTUNGSREIHE C.

Auge und Ohr. Die Lichtscheiben und ihre Bewegung stellten einen Aequatorstern dar, beobachtet im Fernrohr des Meridiankreises, welches eine Oeffnung hat von 6 Zoll und eine Brennweite von 8 Fuss. Die Vergrösserung wurde auf 200 mal gestellt. Die Antritte folgten in 15 Sec. auf einander. Jedes Resultat ist das Mittel aus 40 Bestimmungen.

1867.	N. M. K.	v. H.	P. J. K.	F. K.
Febr. 7	+ 0s.14	+ 0s.14	+ 0s.08	— 0s.19
„ 7	+ 0.19	+ 0.15	+ 0.05	— 0.15
„ 9	+ 0.14	+ 0.09	+ 0.03	— 0.14
„ 11	+ 0.13	. . . . .	+ 0.01	— 0.12
„ 12	+ 0.15	+ 0.12	+ 0.01	— 0.11
Mittel	+ 0.150	+ 0.125	+ 0.036	— 0.142

BEOBACHTUNGSREIHE D.

Auge und Hand. Der Apparat, wie bei C, eingerichtet für die Darstellung eines Aequatorsterns im Fernrohr des Meridiankreises. Die Antritte folgten in 15 Sec. auf einander. Jedes Resultat ist das Mittel aus 20 Bestimmungen.

1867.	N. M. K.	v. H.	P. J. K.	F. K.
Febr. 13	— 0ˢ.02	— 0ˢ.09	— 0ˢ.07	— 0ˢ.07
„ 14	— 0.05	— 0.15	— 0.08	— 0.10
„ 15	— 0.03	— 0.13	— 0.07	— 0.08
„ 16	— 0.00	— 0.10	— 0.06	— 0.06
„ 18	— 0.06	— 0.13	— 0.07	— 0.09
Mittel	— 0.032	— 0.120	— 0.070	— 0.080

BEOBACHTUNGSREIHE E.

Auge und Hand. Darstellung eines Aequatorsterns im Meridiankreise. Die Beobachtungsreihe wurde mit dem Pendel-Apparat angestellt. Die Antritte folgten in 6 Sec. auf einander. Bei dem Hin- und Hergang der Lichtscheibe wurden nur die Antritte beobachtet, wobei die Lichtscheibe sich von der linken zu der rechten Hand bewog und also in gegengestellter Richtung als bei der Beobachtungsreihe D und den früheren. Jedes Resultat ist das Mittel aus 20 Bestimmungen.

1867.	N. M. K.	v. H.	P. J. K.	F. K.
Febr. 20	— 0ˢ.08	— 0ˢ.06	— 0ˢ.09	— 0ˢ.08
„ 21	— 0.00	— 0.00	— 0.06	— 0.06
„ 23	— 0.02	— 0.03	— 0.07	— 0.06
„ 25	— 0.03	— 0.04	— 0.06	— 0.07
„ 26	— 0.02	— 0.03	— 0.05	— 0.08
Mittel	— 0.030	— 0.032	— 0.066	— 0.070

BEOBACHTUNGSREIHE F.

Auge und Ohr. Erneuerung der Beobachtungsreihe C, wobei wieder ein Aequatorstern im Meridiankreise dargestellt wurde, aber nach einer Aenderung des Apparats, wobei nur zwei der vier Aerme in Wirkung traten. Die Antritte folgten in 17,5

Sec. auf einander und jedes Resultat ist das Mittel aus 40 Bestimmungen.

1867.	N. M. K.	v. H.	P. J. K.	F. K.
März 1	+ 0s.17	+ 0s.10	0s.00	— 0s.17
„ 2	+ 0.16	+ 0.12	— 0.03	— 0.15
„ 4	+ 0.19	+ 0.14	+ 0.01	— 0.15
„ 5	+ 0.17	+ 0.12	+ 0.02	— 0.09
„ 6	+ 0.16	+ 0.14	0.00	— 0.14
Mittel	+ 0.170	+ 0.124	0.000	— 0.140

BEOBACHTUNGSREIHE G.

Auge und Hand. Wiederholung der Beobachtungsreihe E, mit der Abänderung des Apparats wie bei der Beobachtungsreihe F, wobei aber alle vier Aerme in Wirkung traten. Die Antritte folgten in 9 Sec. auf einander und jedes Resultat ist das Mittel aus 20 Bestimmungen.

1867.	N. M. K.	v. H.	P. J. K.	F. K.
März 7	— 0s.01	— 0s.08	— 0s.02	— 0s.07
„ 8	— 0.02	— 0.06	— 0.04	— 0.04
„ 9	— 0,03	— 0.02	— 0.03	— 0.06
„ 11	— 0.03	— 0.02	— 0.04	— 0.03
„ 12	— 0.04	— 0.04	— 0.03	— 0.07
Mittel	— 0.026	— 0.044	— 0.032	— 0.054

Obenstehende Resultate, welche aus 4000 einzelnen Beobachtungen abgeleitet sind, erlauben einige nicht unwichtige Schlussfolgen. Es ergiebt sich sogleich, dass die Resultate, von demselben Beobachter, unter denselben Umständen erhalten, besser als gewöhnlich übereinstimmen, welches sich aus der systematischen Uebung der Leidner Beobachter erklären lässt. Bei keinem der hiesigen Beobachter ist der persönliche Fehler beträchtlich, aber es lässt sich deutlich erkennen, dass, bei Auge- und

Ohr-Beobachtungen, derselbe Beobachter verschiedene persönliche Fehler hat, als er ein kleineres oder ein grösseres Instrument anwendet, und dass, beim Gebrauch desselben Instruments, sein persönlicher Fehler bei Auge- und Ohr-Beobachtungen beträchtlich anders als bei Auge- und Hand-Beobachtungen ausfällt. Es zeigt sich, dass, für Herrn VAN HENNEKELER und für mich, der persönliche Fehler, bei Beobachtungen mit dem Meridiankreise, grösser ist als bei Beobachtungen mit einem kleinen Passageninstrumente. Für mich ist der Raum, welchen ein Aequatorstern bei einer 200-maligen Vergrösserung in einer Zeitsecunde durchläuft, zu gross. Mit dem Meridiankreise wurden von mir keine Beobachtungen angestellt und bei der Beobachtung von Antritten mit dem 7-zolligen Refractor, zur Untersuchung von Mikrometern, bediene ich mich immer eines Taschen-Chronometers von KRILLE, welches 150 Schläge in der Minute macht. Auch nach meinen früher veröffentlichten Versuchen würden die Beobachtungen von Durchgängen mit grösseren Instrumenten, im Allgemeinen, sehr viel an Genauigkeit gewinnen, wenn man Uhren benutzte, welche keine ganze sondern ungefähr halbe Secunden schlagen. Merkwürdig ist die Unveränderlichkeit der persönlichen Fehler, unter denselben Umständen erhalten, welche sich aus unseren Beobachtungen ergiebt. Die Auge- und Ohr-Beobachtungen für Durchgänge mit dem Meridiankreise der Reihen C und F haben mit verschiedenen Anordnungen des Apparats und einen Monat nach einander stattgefunden und geben doch fast vollkommen dieselben Resultate. Die drei Reihen D, E und G, von Auge- und Hand Beobachtungen für Durchgänge mit dem Meridiankreise, zeigen nur eine beträchtliche Abweichung in der ersten Reihe bei Herrn VAN HENNEKELER. Wir hatten früher kaum einige Auge- und Hand-Beobachtungen angestellt und Herr VAN HENNEKELER erkannte schon bei der Reihe D, dass er immer etwas zu spät die Taste anschlug. Dies ging aus der Beobachtungsreihe sicherer hervor und schon bei der folgenden Reihe war der persönliche Fehler des Herrn VAN HENNEKELER, durch dessen Erkennung, beträchtlich verringert. Herr Dr KAM blieb sich, mit seinem fast verschwindenden persönlichen Fehler, vollkommen gleich, und mein Sohn und ich, wir haben unsere Fehler, theils

durch ihre Erkennung, theils durch Uebung, stetig etwas verkleinert. Wahrscheinlich werden unsere Fehler sich künftig noch unveränderlicher zeigen als zuvor.

Es wäre nicht ohne alle Wichtigkeit, aus den Beobachtungen, deren Resultate oben mitgetheilt sind, einige Schlussfolgen über die verhältnissmässigen Genauigkeiten der Auge- und Ohr- und Auge- und Hand-Beobachtungen abzuleiten. Da es mir an Zeit fehlte um aus den 4000 Beobachtungen die wahrscheinlichen Fehler zu berechnen, habe ich allein jedes Mittel aus 20 Beobachtungen bei den einzelnen Beobachtungen verglichen, und die Unterschiede aufgezählt, welche 0,1 Sec. erreichen oder überschreiten. Es ergab sich hieraus, mit ziemlicher Gewissheit, dass die Herren KAM und HENNEKELER Auge- und Ohr-Beobachtungen mit dem Meridiankreise kaum genauer anstellen als mit dem kleinen Passageninstrumente. Für meinen Sohn und mich zeigten sich die Auge- und Ohr-Beobachtungen mit dem Meridiankreise weit genauer als mit dem Passageninstrumente. Bei Beobachtungen mit dem Passageninstrumente waren, für Herrn Dr. KAM und für mich, die Auge- und Hand-Beobachtungen, worin wir allerdings noch keine Uebung hatten, kaum genauer als die Beobachtungen mit Auge und Ohr. Für Herrn VAN HENNEKELER und meinen Sohn dagegen waren die erstgenannten weit die genauesten. Für Meridiankreis-Beobachtungen zeigte sich, bei allen Beobachtern, zwischen Auge und Ohr, und Auge und Hand ein sehr beträchtlicher Unterschied. Unter 20 Meridiankreis-Beobachtungen mit dem Auge und Ohr fanden sich ungefähr 3, deren Abweichung von ihrem Mittel 0,1 Sec. erreicht. Bei Meridiankreis-Beobachtungen mit Auge und Hand kamen Abweichungen dieser Grösse so gut wie niemals vor und diese Beobachtungen übertrafen die übrigen dergestallt in Genauigkeit, dass sie sich, auf einer so rohen Art, damit nicht vergleichen liessen.

Am 12 März d. J. als die obigen Beobachtungsreihen geschlossen waren, erhielt ich N°. 1632 der *Astronomische Nachrichten*, worin wichtige *Beiträge zur Kenntniss der persönlichen Gleichungen*, von Herrn Professor C. VON LITTROW, aufgenommen sind. Besonders auffallend für mich war die in diesen Beiträgen angeführte Aenderung des persönlichen Fehlers bei demselben

Beobachter, nachdem er das gebrochene Fernrohr eines Durchgangsinstruments umgelegt hat, welche Aenderung für Herrn Dr. WEISS, selbst bei Auge- und Hand-Beobachtungen, bis zu 0,3 Sec. stieg. Beim geraden Fernrohr ist die Bewegung des Gestirns immer horizontal, und beim gebrochenen Fernrohr ist sie immer schräg und für Zenithsterne selbst vertikal. Beim gebrochenen Fernrohr ist diese schräge Bewegung entweder von oben nach unter oder von unter nach oben und der eine Fall geht in den anderen über, nachdem die Achse des Instrumentes umgelegt ist. Acusert dieser Umständ einen bemerkbaren Einfluss auf die persönlichen Fehler, so ist dessen Erkennung von grosser Wichtigkeit, denn sonst würde man dem Collimationsfehler der optischen Achse, oder der Biegung der Umdrehungsachse, oder einer Aenderung des Azimuths zuschreiben, was nur in dem Beobachter selbst liegt. Ich entschloss mich sogleich zu untersuchen, ob die genannten Umstände auch den persönlichen Fehler der Leidner Beobachter beeinträchtigen und ich habe noch kürzlich das Ergebniss dieser Untersuchung mitzutheilen.

Das Prisma eines gebrochenen Fernrohrs kehrt die Richtung worin die Gestirne sich zu bewegen scheinen um, so dass eine Bewegung welche sonst rechts-links sein würde, dadurch in eine Bewegung links-rechts übergeht. Dass, für die Leidner Beobachter, die Richtung der Bewegung den persönlichen Fehler durchaus nicht beeinträchtigt, geht schon aus der Vergleichung der obigen Beobachtungsreihen D, E und G hervor, welche angestellt wurden bevor die Bemerkung des Herrn Prof. VON LITTROW zu unserer Kenntniss kommen konnte. Bei den Beobachtungsreihen D und G war die Bewegung der Lichtscheibe rechts-links und bei der Beobachtungsreihe E, welche mit einem anderen Apparat angestellt wurde, war diese Bewegung links-rechts. Vergleicht man das Mittel der Beobachtungsreihen D und G mit dem der Beobachtungsreihe E, so hat man für die persönlichen Fehler der Leidner Beobachter bei Meridiankreis-Beobachtungen, die folgende Zusammenstellung:

	N. M. K.	v. H.	P. J. K.	F. K.
Bew. rechts-links	— 0s.029	— 0s.082	— 0s.051	— 0s.067
„ links-rechts	— 0.030	— 0.032	— 0.066	— 0.070

Nur bei Herrn VAN HENNEKELER zeigt sich ein Unterschied, welcher in der Beobachtungsreihe D liegt und sich aus den schon angeführten Ursachen erklären lässt.

Bei der Beobachtungsreihe G wurden die Lichtscheiben durch ein kleines Galileisches Fernrohr mit zweimaliger Vergrösserung betrachtet. Um den Lichtscheiben eine vertikale Bewegung zu geben, brachte ich vor das genannte kleine Fernrohr ein drehbares Prisma, mit dessen Spiegelfläche der Gesichtslinie parallel. Dieses Prisma wurde so gedreht, dass die Lichtscheiben sich vertikal von oben nach unten bewogen und also wurden zehn Auge- und Hand-Beobachtungen angestellt. Hiernach drehte der Beobachter das Prisma um, so dass die Lichtscheiben sich vertikal, von unten nach oben, zu bewegen schienen, und so stellte er zehn neue Auge- und Hand-Beobachtungen an. Die vier Beobachter folgten einander dabei unmittelbar auf und die ganze Beobachtungsreihe wurde an fünf verschiedenen Tagen wiederholt. Die täglichen Resultate waren die folgenden:

BEOBACHTUNGSREIHE H.

Auge und Hand. Darstellung eines Aequatorsterns im Meridiankreise. Durch ein Prisma wurde die Bewegung der Lichtscheiben vertikal gemacht und abwechslend von oben nach unten und von unten nach oben gerichtet. Die Antritte folgten in 9 Sec. auf einander. Jedes Resultat ist das Mittel aus 10 Bestimmungen.

1867.	N. M. K.		v. H.		P. J. K.		F. K.	
	v. ob.	v. unt	v. ob.	v. unt.	v. ob.	v. unt.	v. ob.	v. unt.
	s	s	s	s	s	s	s	s
März 13	—0.05	—0.04	—0.08	—0.05	—0.05	—0.04	—0.06	—0.08
„ 14	—0.04	—0.05	—0.06	—0.05	—0.03	—0.03	—0.07	—0.07
„ 15	—0.02	—0.03	—0.06	—0.09	—0.03	—0.02	—0.05	—0.06
„ 16	—0.04	—0.04	—0.07	—0.08	—0.02	—0.03	—0.08	—0.06
„ 18	—0.05	—0.06	—0.08	—0.05	—0.03	—0.03	—0.07	—0.06
Mittel	—0.040	—0.044	—0.070	—0.064	—0.032	—0.030	—0.066	—0.066

Obschon jedesmal nur 10 Antritte beobachtet wurden, geht es aus diesen Resultaten deutlich hervor, dass die von Herrn Prof. VON LITTROW angeführte Aenderlichkeit des persönlichen Fehlers für die Beobachter in Leiden durchaus nicht besteht, und selbst nicht bei einer so schnellen scheinbaren Bewegung, als die eines Aequatorsterns, bei einer 200-maligen Vergrösserung. Vergleicht man die letzten Resultate mit den früher angeführten, so zeigt es sich, dass unsere persönlichen Fehler keinen bemerkbaren Aenderungen unterliegen, als die scheinbare Bewegung des Gestirns von horizontal zu vertikal übergeht. Es ist merkwürdig, dass wir allen, unter allen Umständen, die Taste ein wenig zu spät anschlagen.

Leiden, 27 März 1867.

F. KAISER.

ENKELE OPMERKINGEN

OMTRENT

ALLOTROPIE EN ISOMERIE.

DOOR DEN HEER

P. J. VAN KERCKHOFF.

§ 1.

Voor de meeste enkelvoudige stoffen is men genoodzaakt aan te nemen, dat de scheikundige molecule uit twee of meer atomen bestaat. Die atomen onderling verbonden zijnde, moeten dus of hunne geheele verbindingswaarde of een gedeelte er van tegen elkander hebben uitgewisseld, zoodat de gevormde molecule óf geene verbindingswaarde meer disponibel heeft (zoolang zij zich namelijk niet in atomen splitst) óf eene waarde die geringer is dan de som van de verbindingswaarden der atomen, in welk geval zij als radicaal kan optreden.

Bij univalente (monatomische of monohydrische) elementen kan de molecule uit niet meer dan twee atomen bestaan, maar voor multivalente elementen bestaat de mogelijkheid, dat meerdere atomen tot één molecule vereenigd zijn. Daarbij valt dan op te merken, dat atomen van oneven valentie nooit anders dan met een even getal de molecule zamenstellen zoo als b. v. phosphorus en arsenicum, terwijl atomen van eene even valentie ook met een oneven aantal in de molecule aanwezig kunnen zijn, b. v. zwavel en zuurstof. — Reeds vroeger is door ODLING met waarschijnlijkheid betoogd, dat de molecule ozon uit drie atomen zuurstof bestaat, terwijl de gewone zuurstof uit slechts twee atomen gevormd is. De proeven van SORET en anderen

hebben die zienswijze bevestigd. De verklaring die men van de aanwezigheid van b. v. drie atomen in één molecule geeft is dan deze: dat het eerste en het tweede atoom onderling door ééne valentie van elk met elkaâr verbonden zijn, en dat de in elk dier atomen nog overblijvende valentie met de beide valenties van het derde atoom de verbinding met dit laatste teweegbrengen.

In deze beschouwingen, die evenwel, om voor een bepaald element aanneembaar te zijn, door de feiten behooren te worden gerugsteund, vindt men aanleiding tot de verklaring der allotropische toestanden van de multivalente elementen. Bij de univalente elementen kan natuurlijk van slechts één groepering van atomen, namelijk van twee atomen sprake zijn. — Bij deze zal dus de oorzaak der allotropie in iets anders gezocht moeten worden, welligt in het reeds bij gewone temperatuur uiteenvallen van de molecule, iets wat voor alle elementen op zeer hooge temperatuur niet onwaarschijnlijk is.

Voor het oogenblik wensch ik alleen de aandacht te vestigen op de wijzen waarop de koolstof-atomen met elkaâr vereenigd kunnen zijn, en in de eerste plaats op het verband dat tusschen deze groepering en de allotropische toestanden van genoemd element gevonden wordt.

De koolstof maakt, even als borium en kiezel, eene uitzondering op de wet van DULONG en PETIT, dat het product van atoomgewigt en soortelijke warmte voor de vaste en vloeibare elementen constant is en gemiddeld gelijk aan 6.4. Vermenigvuldigt men namelijk het atoomgewigt van de koolstof (zoo als dat uit zijne verbindingen met andere elementen wordt afgeleid) met de soortelijke warmte van een zijner drie allotropische toestanden, dan verkrijgt men getallen die van het cijfer 6,4 belangrijk verschillen.

	soortelijke warmte.	atoom-gewigt.	
amorphe koolstof	0.2608	12	3.1296
graphiet	0.2000	12	2.400
diamant	0.147	12	1.764

Zijn er nu twee atomen koolstof met elkaâr tot een geheel

verbonden dat zelfstandig als molecule optreedt, dan verkrijgt men tot moleculair gewigt $2 \times 12 = 24$. Geschiedt datzelfde met drie primitive atomen, dan wordt het moleculair gewigt $3 \times 12 = 36$, en met vier atomen $4 \times 12 = 48$. — De wet van DULONG en PETIT geldt echter niet voor moleculair-gewigten maar voor atoomgewigten. Intusschen merkt men op, dat deze beide soms zamenvallen, zoo als b. v. voor kwik, cadmium en zink.

Neemt men nu aan dat elke der groepen C_2 C_3 en C_4 een geheel vormt dat in verbindingen kan intreden of er uit kan gaan, en dat dan als een atoom beschouwd mag worden, dan zullen die groepen zoowel de atomen der drie allotropische toestanden van de geïsoleerde koolstof als de moleculen er van voorstellen. Dat deze hypothese niet al te gewaagd is, blijkt uit de analogie met andere elementen. In de ijzeroxyde-verbindingen treedt het dubbelatoom Fe_2 als een geheel en als kleinste hoeveelheid in en uit met de waarde $2 \times 56 = 112$; hetzelfde neemt men waar voor de atoomgroepen Al_2, Cr_2 enz. Er is dus geen bezwaar om aan te nemen, dat eene groep $C_2 = 24$ of zelfs C_3 en C_4 als één geheel in sommige verbindingen in- of uittreedt, b. v. bij C_2H_6 en C_2Cl_6, — dat is met andere woorden dat die groepen als atomen fungeren.

Men verkrijgt dan het volgende overzigt:

	soortelijke warmte.	atoomgewigt.	
amorphe koolstof	0.2608	24	6.26
graphiet	0.200	36	7.20
diamant	0.147	48	7.05

De drie allotropische toestanden der koolstof naderen nu de wet van DULONG en PETIT, ja zelfs vallen zij daarbinnen, want afwijkingen van het gemiddelde cijfer 6.4, zoo als die hier voorkomen, vindt men ook bij vele andere elementen; zij zijn toe te schrijven aan de moeijelijkheid om, vooral voor zulke stoffen als de onderhavige, de soortelijke warmte met groote naauwkeurigheid te bepalen. Buitendien is het niet onwaarschijnlijk dat de gebruikte stoffen niet geheel zuiver waren, dat b. v.

graphiet nog met amorphe koolstof gemengd was, of dat deze laatste reeds eenig graphiet bevatte.

Berekent men, welk het cijfer der soortelijke warmte zou moeten zijn, indien onze hypothese waar is, dan vindt men voor het gemiddeld product 6.4:

voor amorphe koolstof 0.266,
" graphiet 0.178,
" diamant 0.133;

welke cijfers binnen de grenzen der gevondene liggen. Immers de getallen voor de soortelijke warmte, door onderscheiden waarnemers opgegeven, loopen nog al uiteen. Zoo heeft men gevonden:

voor amorphe koolstof.	voor graphiet.	voor diamant.
0.2415,	0.166,	0.1168,
0.2608,	0.174,	0.1469.
	0.185,	
	0.197,	
	0.202,	
	0.204,	

---

§ 2.

Het is eene bekende zaak dat bij multivalente elementen de onderlinge vereeniging der atomen zoodanig plaats kan grijpen, dat zij elkaârs valenties niet geheel opheffen, maar dat de vereenigde atomen gezamentlijk als een radicaal van eene bepaalde valentie fungeren. Twee atomen ijzer b. v. of chroom, die elk quadrivalent zijn, kunnen gezamentlijk als sexvalent radicaal optreden, wanneer zij onderling door eene valentie van elk gebonden zijn. Vooral bij de koolstof treffen wij een rijkdom van verbindingen aan, in welke de atomen van dat element telkens door eene valentie van elk onderling zamenhangen. Maar bij de koolstof doet zich ook het geval voor (hetgeen voor andere elementen nog niet met zekerheid is aangewezen) dat twee atomen met meerdere valenties aan elkander verbonden zijn. Uit het bestaan der verbinding Є_2H_6 besluit men

dat de beide quadrivalente atomen koolstof elk met eene valentie zamenhangen, zoodat de zes overige dienen tot binding der zes waterstofatomen Zoo kan het ethyleen C_2H_4 beschouwd worden als te bestaan uit twee koolstof-atomen, elk door twee valenties met het andere zamenhangende, zoodat er niet meer dan vier valenties tot binding der vier waterstofatomen overblijven, en het acetyleen C_2H_2 is dan eene verbinding, in welke elk der beide koolstofatomen door drie valenties met het andere zamenhangt, en van de acht valenties dus slechts twee tot binding van waterstof overblijven.

Zonder in vele bijzonderheden te treden of voorbeelden aan te halen van de groepering der koolstof-atomen, acht ik het niet ongepast te doen opmerken, dat er vier hoofdgevallen mogelijk zijn, volgens welke die atomen met elkaâr verbonden kunnen zijn.

Het eerste geval is datgene, bij hetwelk de koolstof-atomen alle onderling verbonden zijn door ééne valentie van elk der atomen. Wanneer men, zoo als wel meer gebruikelijk, de valenties van elk atoom door horizontale streepjes aanduidt, die, door eene dwarsstreepje verbonden, het atoom graphisch voorstellen, dan verkrijgt men voor het eerste geval de volgende graphische voorstellingen:

voor één atoom C ⋿ quadrivalent,

" twee atomen ⋿–∃ sexvalent,

" drie atomen ⋿–∃–⋿ octovalent,

" vier atomen ⋿–∃–⋿–∃ decivalent,

enz.,

en voor de algemeene uitdrukking der valentie (atomiciteit of hydriciteit) der groepen koolstof, de bekende formule

$$A = 4n - 2(n-1) = 2(n+1),$$

waarin A de valentie der koolstofgroep en n het aantal koolstof-atomen voorstelt.

In het tweede geval zijn de koolstof-atomen zoodanig met

elkaâr verbonden, dat elk toetredend atoom door twee valenties aan de andere gehecht is. De graphische voorstelling wordt dan

voor één atoom quadrivalent,
" twee atomen id.,
" drie atomen id.,

enz. — en de valentie wordt uitgedrukt door

$$A = 4\,n - 4\,(n-1) = 4.$$

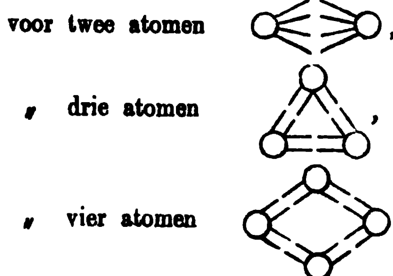
In het derde geval zijn de beide eerste atomen elk door drie valenties met elkander verbonden; datzelfde kan voor een derde en vierde atoom het geval zijn, maar van het tweede en derde atoom blijft ter onderlinge vereeniging slechts éene valentie beschikbaar. Als dus het getal atomen een even is, dan zal de valentie van het geheele complex twee bedragen; als het oneven is, daarentegen vier. Dit wordt aangeduid door de formule

$$A = 2 + [1 - (-1)^n]$$

en kan graphisch worden voorgesteld aldus:

voor één atoom quadrivalent,
" twee atomen bivalent,
" drie atomen quadrivalent,
" vier atomen bivalent, enz.

De aaneenvoeging der koolstof-atomen is eindelijk ten vierde zoodanig dat zij een gesloten geheel of molecule vormen. Zulk een molecule kan dan mogelijk uit twee of meer atomen bestaan. De volgende figuren stellen dit graphisch voor:



Gaat men de eigenschappen na der koolstof-verbindingen en in het bijzonder der koolwaterstoffen, dan is het in het oog loopend, dat diegene, in welke de atomen met het geringst aantal valenties aan elkaâr gebonden zijn, bij hooge temperaturen producten leveren, in welke die koolstof-atomen door een steeds grooter wordend aantal valenties vereenigd zijn. Stijgt de temperatuur zeer hoog, dan schijnt er vrije koolstof te ontstaan, dat is een molecule, waarin de koolstof-atomen door hunne geheele valentie onderling vereenigd zijn. — Zoo kan men van $C_2 H_6$ (ethylhydruur) in $C_2 H_4$ (ethyleen), in $C_2 H_2$ (acetyleen) en in vrije koolstof overgaan.

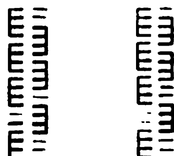
Omgekeerd worden door scheikundige werking van andere stoffen, soms reeds bij gewone temperatuur, de koolstof-atomen losser in hunne onderlinge verbinding, terwijl de daardoor vrij wordende valenties door die van andere elementen worden opgewogen. — Uit vrije koolstof en waterstof verkrijgt men acetyleen, eene werking die misschien graphisch als volgt kan worden voorgesteld:



Dit laatste kan worden tot ethyleen, uit hetwelk weêr ethylhydruur kan worden voortgebragt.

Naar het mij voorkomt mag in deze min of meer innige verbinding der koolstof-atomen, de grond van vele isomerieën gezocht worden. Zijn (om eene figuurlijke uitdrukking aan de graphische voorstelling te ontleenen) de koolstofatomen ten opzigte van elkaâr verschuifbaar, zoo ligt de verklaring voor de hand van de ongelijke valentie van radicalen, die gelijke zamenstelling bezitten, en tevens die van den overgang van het eene in het andere — Allyl b. v. $C_3 H_5$, graphisch is univalent; glyceryl daarentegen, insgelijks $C_3 H_5$, graphisch is trivalent. Maar zelfs bij gelijke zamenstelling en gelijke valentie kan er door verschil in combinatie tusschen de koolstof-

atomen isomerie bestaan. Zoo kan het misschien wel gebeuren dat de isomerie van de radicalen benzyl en cresyl, beide C_7H_7, voortvloeit uit de groeperingen, die graphisch als volgt worden voorgesteld:



Het ligt niet in mijne bedoeling om de zoo scherpzinnige theorie der aromatische verbindingen, zoo als zij door KEKULÉ is voorgesteld, te bestrijden, maar ik veroorloof mij optemerken dat, wanneer de feiten zich bevestigen, volgens welke er een koolwaterstof C_8H_4 bestaat, of althans verbindingen die er van moeten worden afgeleid (men vergelijke o. a. de onderzoekingen van CARIUS) dat dan de theorie, volgens welke het benzol C_6H_6 eene in zich zelve gesloten keten vormt, met zulke verbindingen niet wel in overeenstemming is te brengen. Ik acht het niet onmogelijk dat het benzol de tweede term eener homologe reeks ware, waarvan de eerste term zou zijn C_5H_4, die op tweederlei wijze gevormd zou kunnen zijn, namelijk volgens het bovenvermelde 2de geval, dat alle koolstof-atomen onderling met twee valenties vereenigd zijn, of volgens het besprokene 3de geval. Dan zou de mogelijkheid bestaan van isomerieën voor de stoffen van die zamenstelling.

POGING

OM

CYCAS INERMIS LOUR.

HAREN RANG ALS SOORT TE DOEN HERWINNEN.

DOOR

C. A. J. A. OUDEMANS.



De poging om *Cycas inermis* LOUR. haren rang als soort te doen herwinnen, geschiedt naar aanleiding daarvan, dat de Hoogleeraar MIQUEL. een dergenen, welke zich het meest met de studie der Cycadaceeën hebben bezig gehouden, in zijne jongste brochure over die familie (*Prodromus Systematis Cycadearum*, Ultrajecti, 1861), onze plant dien rang ontnomen, en haar als verscheidenheid naar *Cycas revoluta* THUNB. heeft overgebracht (ibid. p. 6 en 16).

De redenen, welke den Heer MIQUEL tot die handeling geleid hebben, nadat hij vroeger (*Analecta botanica indica*, 1851 II, p. 28 en 29) de autonomie van *C. inermis*, op grond van het onderzoek eener bloeiende vrouwelijke plant in den Am-

sterdamschen hortus, in kernachtigen stijl verdedigd had *), leert men uit deze regelen kennen, welke wij uit zijn *Prodromus* (p. 16) overnemen:

„*Cycas revoluta* var. *β. inermis* = *C. inermis* LOUR. Cochinch. II, p 776, excl. syn. — MIQ. *Tijdschr. v. wis- en natuurk. Wet.* I, p. 103; *Epicr.* p. 285; *Analecta bot. Ind.* II, p. 28, tab. III, IV (in *Act. Inst. reg. Scient. Neerl.* 3ª Series, vol. II). — Forma insignis, petiolis inermibus, foliolis latioribus, sed in caldariis temperatioribus ad normalem *C. revolutam* tendens. In novellis plantis petioli omnino spinosi, speciei genuinae ad instar."

Het blijkt uit deze aanhaling, waarin geene melding gemaakt wordt van de carpophylla en de eieren van *C. inermis*, en waarin dan ook de gronden niet ontzenuwd worden, welke de Hr. MIQUEL vroeger (*Analecta* l. c.) uit de eigenschappen dier organen geput had om *C. inermis* als soort van *C. revoluta* af te scheiden, dat de geleerde Schrijver, bij het samenstellen van zijn *Prodromus*, een overwegend gewicht hechtte aan het feit, dat *C. inermis* in onze Palmenkassen gedoornde bladstelen erlangt; in elk geval, dat hij deze eigenschap belangrijker achtte dan de eigenaardigheden, welke hem vroeger het onderzoek der carpophylla en ovula van *C. inermis* had opgeleverd.

*) Op de aangegeven bladzijden der *Analecta* lezen wij het volgende:

„Cycadem in *Flora Cochinchinensi* descriptam, frondibus inermibus insolitam et ab auctoribus in dubium vocatam, revera tamen existere, viva stirps, e Regno Sinensi oriunda, ex Horto Bogoriensi in Amstelaedamensem illata, ad amussin demonstrat. Sterilis hujus adumbrationem proposui in *Diario Prim. Class. Inst. nostri* (*Tijdschrift voor wis- en natuurkundige Wetenschappen*) Tom. I, 103, sqq. Multis numeris cum *C. revoluta* congruere neminem fugiat. Verumtamen potiori jure species jam nunc dicitur quam forma *C. revolutae* sab coelo calidiore nata quemadmodum olim in Epicrisi Syst. Cycad. suspicabar (conf. *Diar. laud.*, Tom. II, 285).

A. 1849 m. Augusti flores femineos efformare coepit, postquam praecedenti hyeme novam frondium coronam protulisset. Sperabam dubia de hac specie nunc solvi posse. Accurate igitur carpophylla haec observavi et cum iis *C. revolutae* comparavi; nunc vidi teneriora esse, elegantiora, pallidiore tomento tecta, laminis sterilis segmenta magis horizontalia, ovula pleraque opposita nec peracta inflorescentia ad tantum volumen tumentia, quibus notis et frondium characteribus constantibus specificum discrimen vehementer jam comprobatum esse, aequi judices facile consentiant. — ROB. BROWN, qui praeterlapsa aestate per aliquot dies apud nos versabatur, plus semel attenta mente hanc arborem contemplatus est et non solum in frondium sed in carpophyllorum etiam conformatione discrimen agnovit."

Houdt men nu in het oog, dat *C. inermis* haar naam, haar door LOUREIRO gegeven, juist aan den ongewapenden toestand harer bladstelen te danken heeft; verder, dat de Heer MIQUEL reeds vroeger (*Epicr. Syst. Cycad.* in *Tijdschr. v. wis. en nat. Wet.* II, p. 285) — evenwel toen hij nog nooit een bloeiend exemplaar dier plant gezien had — niet wars was van het denkbeeld, dat uitwendige omstandigheden op het al of niet voor den dag komen van stekels aan de bladstelen van *C. inermis* invloed konden uitoefenen; eindelijk, dat er tusschen niet bloeiende exemplaren van *C. inermis* en *C. revoluta* eene groote gelijkenis bestaat; dan kan het ons niet verwonderen, dat, toen de geleerde S. eenmaal had waargenomen (zooals wij zelven ook in de gelegenheid geweest zijn te doen), dat de bladstelen van een zelfde exemplaar van *C. inermis*, op verschillende tijden en onder verschillende omstandigheden uit een knop voortgesproten, nu eens gewapend, en dan weder ongewapend kunnen wezen, hij tot het besluit kwam, *C. inermis* eens vooral als eene verscheidenheid van *C. revoluta* te beschouwen; maar wij voegen er dan ook in éénen adem bij, dat de eieren van *C. inermis*, welke hem de stof voor zijne aanteekeningen over deze plant in zijne *Analecta* gegeven hebben, niet volwassen kunnen geweest zijn — wat dan ook door de plaat, aan die aanteekeningen toegevoegd, bevestigd wordt — of dat den S. de gelegenheid ontbroken moet hebben om de rijpe eieren van *C. inermis* met die van *C. revoluta* te vergelijken. Ware dit het geval geweest, dan twijfelen wij er niet aan, of de Heer MIQUEL zou zijn gevoelen, in de *Analecta* voorgestaan, en dat zoo zeer pleitte ten voordeele der autonomie van *C. inermis*, nimmer hebben opgegeven, en in zijn laatste geschrift niet teruggekeerd zijn tot eene meening, door hem, bij het begin zijner studie der Cycadaceeën, blootgelegd.

Het is nu juist ten gevolge van het voorrecht, ons ten deel gevallen, de eieren én van *C. inermis* (in 1861), én van *C. revoluta* (in 1866) in den Amsterdamschen hortus zich tot rijp wordens te hebben zien ontwikkelen, dat wij ons geroepen achten, nog eenmaal den handschoen voor *C. inermis* op te nemen, en thans, zoo wij meenen op onwederlegbare gronden, te bewijzen, dat die plant geene verscheidenheid van

C. revoluta wezen kan; dat hare zelfstandigheid als soort boven alle bedenking verheven is, en dat LOUREIRO in zijn volle recht was, toen hij haar, in zijne *Flora Cochinchinensis*, eene afzonderlijke, harer waardige, plaats onder de Cycadaceeën van zijn tijd aanwees. En wij doen zulks met te meer voldoening, omdat er wellicht geene plant bestaat, wier lotgevallen, als schakel in den keten van het geschapene, belangrijker wisselingen heeft ondervonden.

Reeds in zijn eerste geschrift over *C. inermis* (*Tijds. v. wis- en natuurk. Wet.* I, p. 103, aº. 1848) verklaarde de Heer MIQUEL, verheugd te zijn, dat hij in staat was, die plant, nadat haar bestaan gedurende 57 jaren betwijfeld was geworden (LOUREIRO's *Flora Cochinchinensis* zag in 1790 te Lissabon het licht), in hare volle rechten te kunnen herstellen, en eene dwaling goed te maken, door anderen, en ook door hemzelven, in zijne *Monographia Cycadearum* (aº. 1842) begaan, door haar met *C. revoluta* te vereenzelvigen. Met nog meer aandrang werd, door den zelfden geleerde, de autonomie van *C. inermis* verdedigd in zijne *Analecta botanica indica* (aº. 1852); maar nu ook heeft onze plant het toppunt harer glorie bereikt, en vinden wij haar in den *Prodromus Systematis Cycadearum* van den Heer MIQUEL, in 1861 uitgegeven, tot haar vorigen toestand teruggebracht, d. w. z. opnieuw onder de twijfelachtige planten geplaatst, en daardoor nog eenmaal aan de vergetelheid prijs gegeven.

Daar wij nu met deze laatste lotwisseling van *C. inermis* geene vrede kunnen hebben, en het van belang achten, dat in de betrekkelijk weinig uitgebreide familie der Cycadaceeën geene soort, zonder deugdelijke redenen, worde opgeheven of verloren ga, zoo hebben wij niet geschroomd, onze waarnemingen openbaar te maken, en ze op te helderen door een paar platen, opdat de bedoeling van het geschrevene te beter begrepen, en het contrast tusschen *C. revoluta* en *C. inermis*, beter nog dan door woorden, door de teekenstift worde teruggegeven.

In het jaar 1860 bloeide in den Amsterdamschen hortus, voor de tweede maal, de zelfde stam van *Cycas inermis*, die den Heer MIQUEL de bouwstoffen voor zijne onderscheiden geschriften over die plant geleverd en in staat had gesteld, daar-

van, in zijne *Analecta*, eenige carpophylla met zeer kleine eieren af te beelden. Gelukkiger dan mijn voorganger, zag ik de ovula van het tweede schot voor het grootst gedeelte in wasdom toenemen, en eindelijk rood en rijp worden, zoodat zij de minste aanraking niet konden verduren zonder af te vallen. Ik liet nu eene teekening van een eidragend carpophyllum vervaardigen, en gaf die, met bijbehoorenden text in het licht in de *Flore des Jardins* van ons overleden medelid DE VRIESE (Deel V, afl. 9, a°. 1861). Toen reeds achtte ik het eene uitgemaakte zaak, dat *Cycas inermis* eene zelfstandige soort was, en het verbaasde mij daarom niet weinig, juist toen ik mijn manuscript naar de redactie van de *Flore des Jardins* zou afzenden, in den kort te voren uitgegeven *Prodromus* van den Heer MIQUEL te ontwaren, dat hij van zijne vroegere, geheel met de mijne strookende, meening aangaande de soortelijke waarde van *C. inermis* teruggekomen, en onze plant als verscheidenheid onder *C. revoluta* had ingedeeld. Ik bleef dan ook in de beknopte, aan mijne afbeelding toegevoegde, opheldering den naam van *C. inermis* gebruiken (onder de plaat staat, door eene vergissing van den lithograaf, *Cycas revoluta* LOUR.), en vergenoegde mij voorloopig, met, aan het einde van mijn opstel, te wijzen op de belangrijke verandering, welke de waarde onzer plant in de schatting van den auteur van den *Prodromus* ondergaan had.

De reden, waarom ik mijne bezwaren tegen de degradatie van *C. inermis* niet reeds dadelijk heb ingebracht bij de eerste gelegenheid, welke zich daartoe aanbood, was vooreerst gelegen in de weinige ruimte, waarover ik in het hierboven genoemde tijdschrift te beschikken had, maar ten tweede en hoofdzakelijk in de begeerte om, vóór ik daartoe overging, de rijpe eieren van *C. revoluta* in natura te leeren kennen. De hoop, daartoe eenmaal in staat te zullen worden gesteld, en die mij werd ingegeven door de aanwezigheid van zeer bejaarde stammen dier soort in den hortus alhier, kreeg hare vervulling in het afgeloopen najaar; en zoo ben ik dan op het oogenblik zoo goed mogelijk toegerust met de gegevens, die ik meende noodig te hebben, om *C. inermis* voor immer hare soortelijke waarde te hergeven.

Ik begin met te doen opmerken, dat er, in de eerste plaats, tusschen de eieren van *C. revoluta* en *C. inermis* een zeer groot verschil in *vorm* bestaat; een verschil, niet alleen bij groote (Pl. 1 en 2), maar ook bij kleine eieren (Pl 3 a en b) op te merken, ook al hebben zij nog niet eenmaal de lengte van 1 centim. bereikt. Het bestaat daarin, dat de ovula van *C. revoluta*, van hunne vroegste jeugd, naar boven zeer breed, die van *C. inermis*, omgekeerd, zeer spits toeloopen; en, op meer gevorderden leeftijd, dat eerstgenoemden van voren naar achteren (d. i. in de richting van de loodlijn, getrokken op het vooreinde van het carpophyllum) zeer sterk, laatstgenoemden slechts zeer weinig zijn afgeplat; en verder, dat gene, in rijpen staat eene, door eene diepe vore in twee stompe lobben verdeelden, deze altijd nog een spitsen top vertoonen. Over het geheel zijn dan ook de rijpe eieren van *C. inermis* veel meer rolrond dan die van *C. revoluta*, en maken gene op ons den indruk van ovale, deze daarentegen van omgekeerd-eironde voorwerpen met een stomp-tweelobbigen top. Hiermede in overeenstemming, zijn de eieren van *C. inermis*, op eene horizontale doorsnede halverhoogte, hoekig-cirkelrond, die van *C. revoluta* langwerpig-vierkant (Pl. 3 m en l).

Het is er verre van af, dat, hetgeen wij hier mededeelen, niet reeds vroeger bekend zou zijn geweest. Integendeel; waar wij ook eene beschrijving van *C. revoluta* opslaan, overal vinden wij van „ovula obcordata" gewag gemaakt; en, wat *C. inermis* aangaat, zoo noemde reeds LOUREIRO hare eieren „germina ovata" of „drupae ovatae," en werden die zelfde organen ook door den Heer MIQUEL nooit anders dan met den naam van „ovula ovoidea" bestempeld. Maar aan den anderen kant is het niet twijfelachtig, dat men, zoowel vroeger als later, aan dat verschil in vorm der eieren geen gewicht genoeg heeft toegekend, of liever, dat men, door den soortelijken naam van *C. inermis* verleid, om, ook op het voetspoor van LOUREIRO, zijne aandacht het allereerst aan het al of niet gedoornde der bladstelen te schenken, den zeer duidelijk sprekenden term over het hoofd heeft gezien, dien laatstgenoemde Schrijver reeds gebruikte om het onderscheid tusschen de eieren van *C. inermis* en *C. revoluta* aan te geven.

Wij bevestigen dus, dat er inderdaad een zeer in het oog loopend verschil in den *vorm* tusschen de eieren der genoemde soorten van *Cycas* bestaat; en wij doen dit met te meer nadruk, omdat de kenmerken, aan de ovula der planten ontleend, ten allen tijde als zeer belangrijk gegolden hebben, en, althans bij eene beoordeeling uit een systematisch oogpunt, veel meer gewicht in de schaal behooren te leggen dan de eigenschappen van den bladsteel.

Met den gesleufden tweelobbigen top der eieren van *C. revoluta* staat een ander, zeer opmerkelijk, verschijnsel in verband, dat bij *C. inermis* niet wordt opgemerkt. Wij bedoelen: dat het micropyle-buisje bij gene slechts gedurende het eerste en laatste ontwikkelings-tijdperk der eieren zichtbaar is, doch tusschen die beide uitersten zoodanig tusschen de uitpuilende lobben aan den top is weggedoken, dat men wanen zou dat het ontbrak. (Pl. 3, d, e, f.). Door de bijna volledige afwezigheid dier lobben in het begin; het rechtstandig uitgroeien daarvan in een volgend stadium, en het uiteenwijken daarvan ten tijde dat de eieren hunne rijpheid te gemoet gaan, wordt dit verschijnsel ten volle verklaard. Bij *C. inermis* daarentegen is en blijft het micropyle-buisje zichtbaar van het begin tot het einde, en neemt het altijd de hoogste plaats in.

Indien men nu, bij een geheel rijp ei van *C. revoluta* met divergeerende lobben, het micropyle-buisje met aandacht beschouwt, dan ontdekt men, dat het door eene verheven plooi gedragen wordt, die de breedste zijden van het ei met elkander verbindt, en waarvan vroeger niet het minst was waar te nemen. Bij *C. inermis* is van deze plooi niets te bespeuren.

Ontdoet men nu de eieren van beide soorten van *Cycas* van hun vleezig rood overtreksel, dat stuit men op eene houtige dop, die ook al weder kenmerkend voor beide planten verschilt. Wij bedoelen hiermede niet zoo zeer, dat de algemeene vorm dier dop bij *C. revoluta* meer naar het omgekeerd-hartvormige (Pl. 3, i), bij *C. inermis* meer naar het ovale overhelt (Pl. 3, g), zooals dit zich al licht uit den vorm der ongeschonden eieren laat afleiden; maar meer in het bijzonder, dat die dop bij *C. revoluta*, tusschen de uitpuilende plaatsen aan het voorste uiteinde, eene verheven kam vertoont,

in loop overeenstemmend met de plooi in het vleezige hulsel, terwijl van zulk eene verhevenheid bij *C. inermis* geen spoor is waar te nemen; en verder dat, aan de beide smalle zijden dier dop, bij eerstgenoemde soort telkens niet meer dan twee, zeer regelmatig geplaatste (Pl 3, k), bij laatstgenoemde daarentegen een ongelijk, doch altijd grooter aantal, onregelmatig geplaatste groeven voorkomen (Pl. 3, h), die, van boven naar onder zich uitstrekkend, gemakkelijk als de indrukselen van vaatbundels herkend worden.

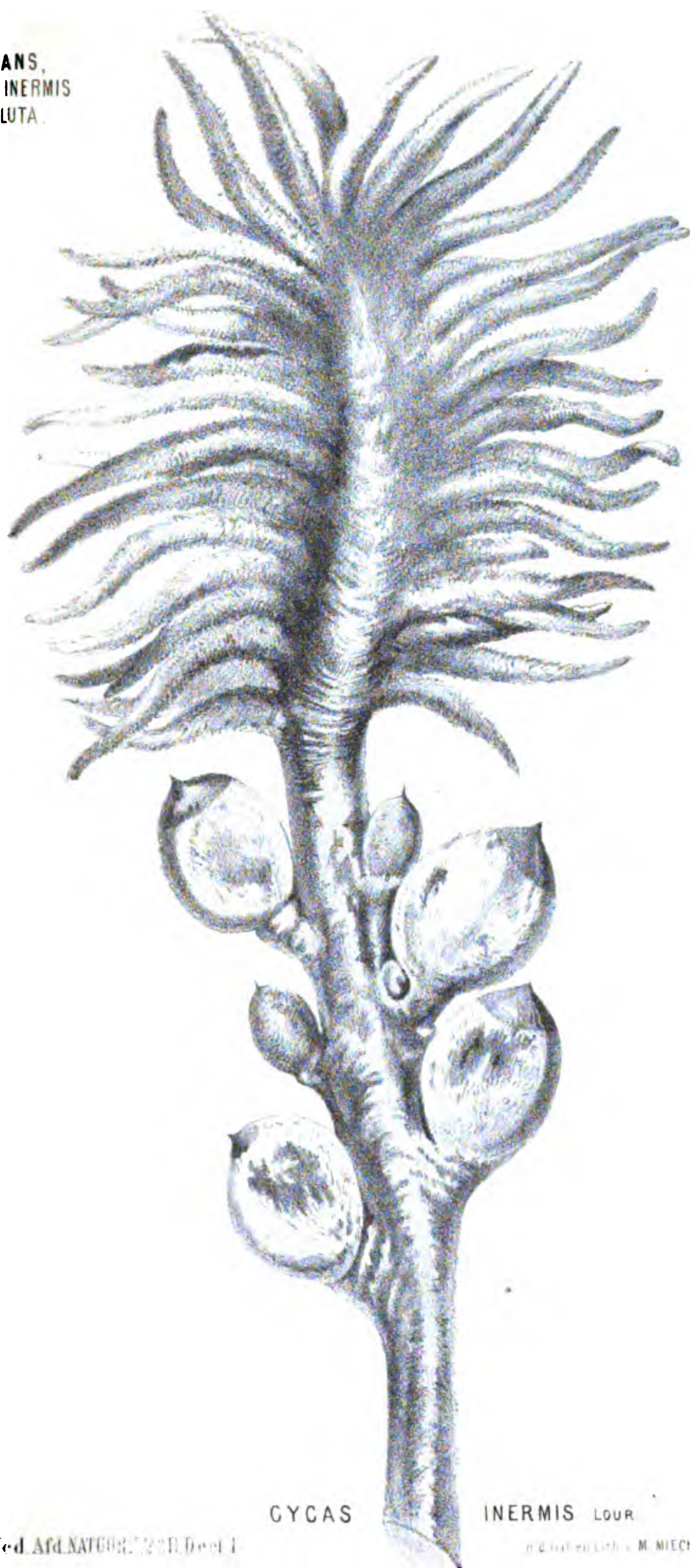
Geheel in overeenstemming met deze bijzonderheid, ontdekt men dan ook, dat, wel is waar, zoowel bij *C. revoluta* als bij *C. inermis*, telkens drie vaatbundels uit den steel van het carpophyllum het ei binnendringen, en dat daarvan de middelste de houtige dop doorboort, terwijl de twee zijdelingsche langs de beide smalle zijden van het ei in het vleezige hulsel naar boven stijgen; maar dan ook tevens, dat elk dezer laatsten zich bij *C. revoluta* in niet meer dan twee armen splitst, welke aanvankelijk divergeeren, doch later weder ineenvloeien; terwijl bij *C. inermis* een veel aanzienlijker getal takken, te samen somwijlen tien in getal, doch over de beide smalle zijden ongelijkmatig verspreid, zich uit de beide hoofdstammen ontwikkelen.

De grootte der eieren vond ik voor beide soorten als volgt:

	lengte.	breedte.
bij *C. inermis* . . .	3 tot 4 cent.	2 tot 2,5 cent.
bij *C. revoluta*. . .	3,5 tot 4 cent.	2,7 tot 3 cent.

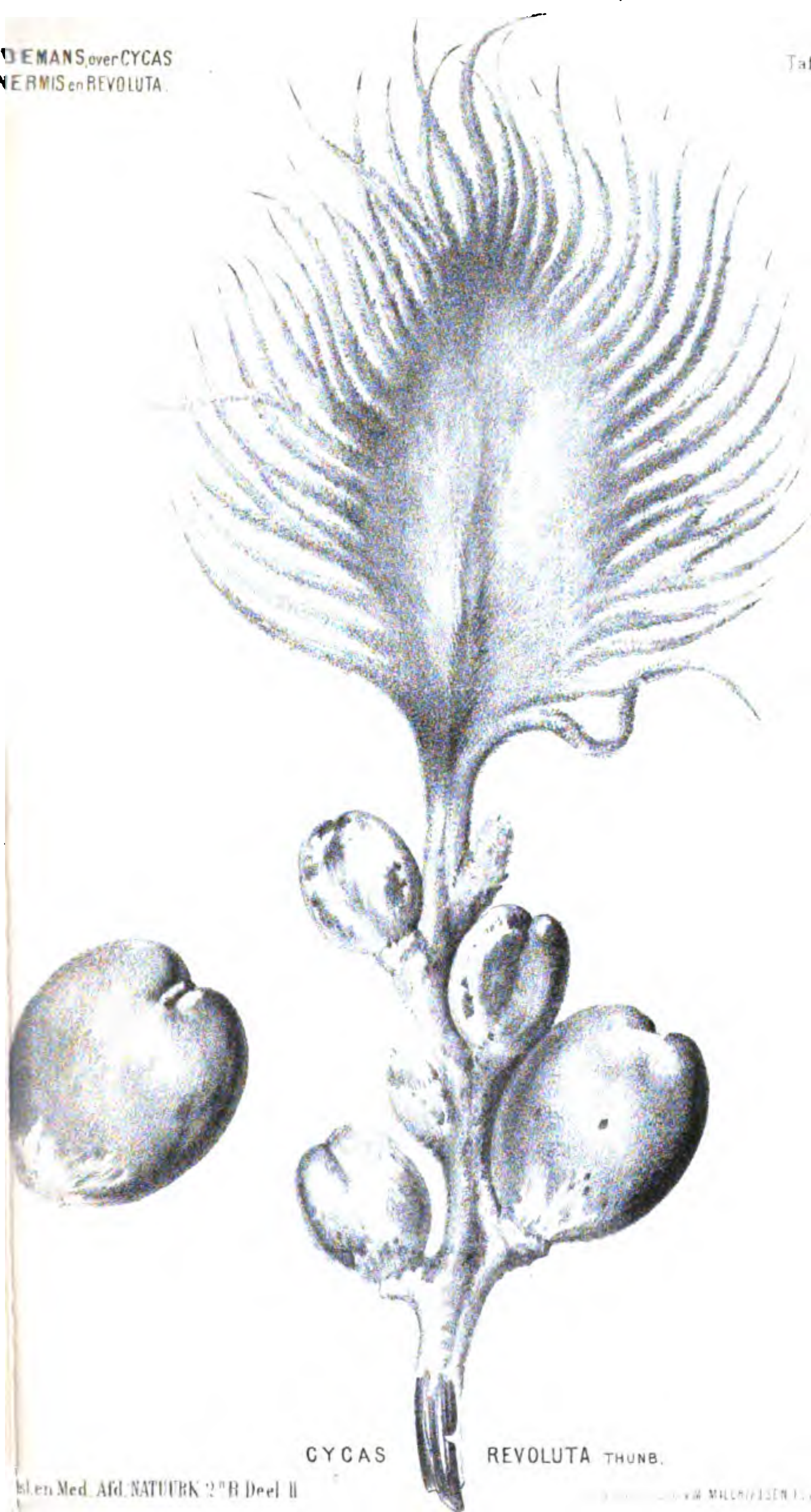
Ten opzichte van de kleur der ovula, is het ons voorgekomen, dat die bij *C. inermis* veel meer tot het oranje, bij *C. revoluta* omgekeerd tot het vermiljoen overhelt, altijd onder dien verstande, dat de temperende invloed van het dons niet mede in rekening gebracht worde.

Eindelijk dient nog te worden vermeld, dat ik, evenals de Heer MIQUEL, de slippen der carpophylla bij *C. inermis* altijd voor het grootst gedeelte horizontaal zag uitstaan, terwijl zij bij *C. revoluta* steeds meer naar boven gericht waren en dus met de as, welke haar tot steun verstrekte, een scherpen hoek vormden. Buitendien vond ik die slippen bij eerstgenoemde

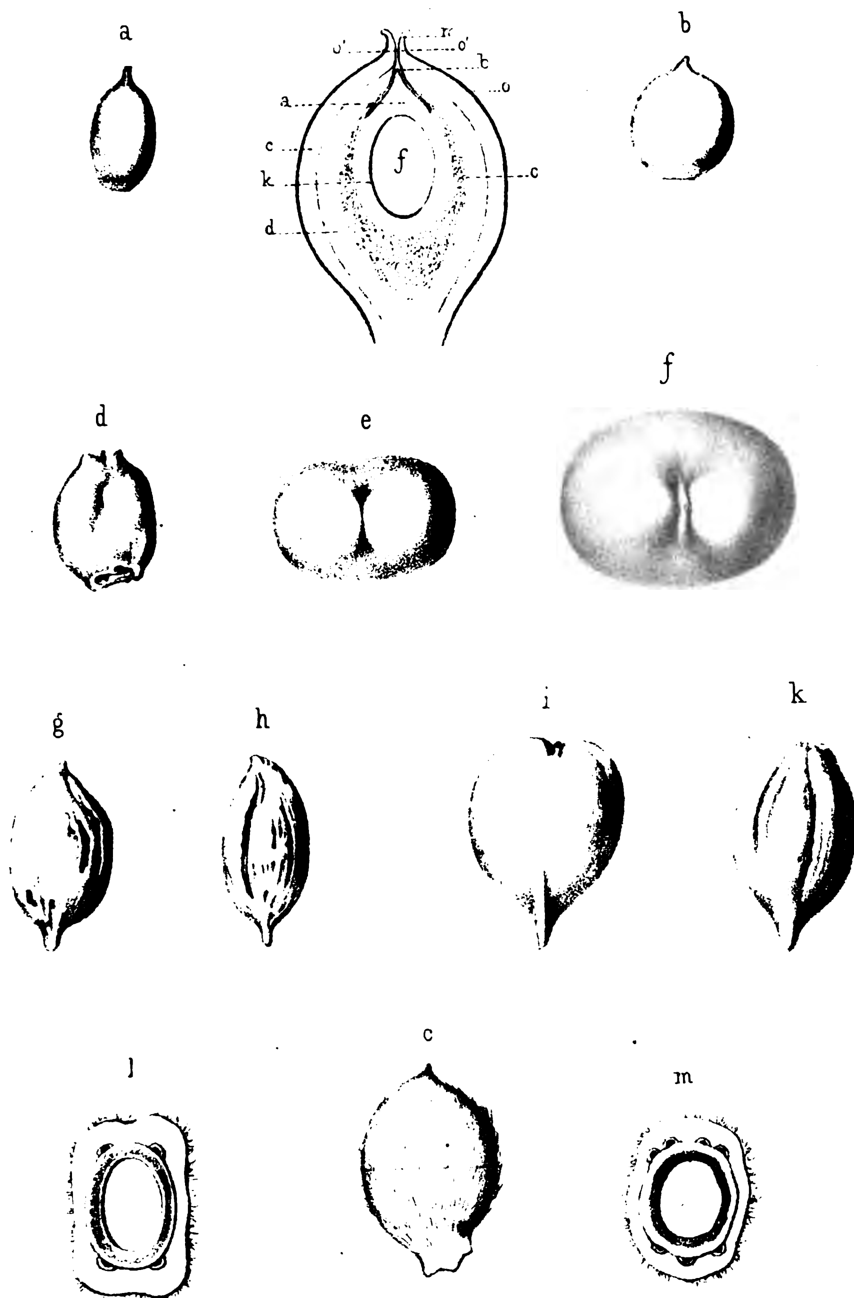


CYCAS INERMIS LOUR.

... M. MIECK



CYCAS REVOLUTA THUNB.



CYCAS REVOLUTA et INERMIS.

(ANATOME OVULORUM.)

soort altijd ongewapend, of althans hare spitse uiteinden altijd onder het mollige dons verscholen, 'twelk de carpophylla geheel overtrekt; bij laatstgenoemde altijd, in fijne, onbehaarde stekels uitloopen. Ook waren de slippen der carpophylla bij *C. inermis* wat korter en dikker, bij *C. revoluta* wat slanker en dunner, en kwam mij het dons bij gene wat donkerder van tint voor dan bij deze.

Overwegen wij nu al het voorgaande, dan is het, dunkt ons, niet twijfelachtig, dat *C. inermis* en *C. revoluta* geene twee variëteiten der zelfde soort, maar twee verschillende soorten moeten wezen. Er is in het belangrijkst orgaan dier beide planten — het ei — een allerbelangrijkst onderscheid in den vorm, en een zeer in het oog loopend verschil van anatomischen aard, uitgedrukt in den loop en de vertakking der vaatbundels, binnen het vleezige hulsel; er is ook verschil in ontwikkeling bij de beide soorten van eieren, waaronder wij verstaan, dat de eenen (die van *C. inermis*) met den ouderdom eenvoudig in uitgebreidheid toenemen, de anderen (die van *C. revoluta*) daarenboven telkens van vorm veranderen; en nu, meenen wij, is het niet noodig, nog daarenboven op het verschil in de eigenschappen der carpophylla te wijzen, om ons verzekerd te houden, dat de stelling, tot welker verdediging wij zijn opgetreden, door elk onbevooroordeeld deskundige zal worden beaamd.

De vraag, of men *C. inermis* (met gedoornde bladstelen) en *C. revoluta*, in niet bloeienden staat, uit elkander zou kunnen kennen, zou ik, maar ook enkel met het oog op de exemplaren, thans van beide soorten in onzen Hortus aanwezig, toestemmend durven beantwoorden, om reden de bladen bij gene langer zijn dan bij deze, en daarenboven veel meer naar buiten zijn teruggebogen. Ook zijn de blaadjes (*foliola*) van *C. inermis* zonder twijfel breeder ($6\frac{1}{2}$ millim) dan die van *C. revoluta* (5 millim.).

De differentiële diagnose van *C. revoluta* en *C. inermis* zou, wat de eieren en carpophylla betreft, als volgt kunnen worden weêrgegeven:

Cycas revoluta *Thunb.*

Ovula primitus suborbicularia, planiuscula, tubulo micropylifero libero (non occluso); mox ovata vel ovalia, magis tumentia, lateribus externo (a rhachide remoto) et interno (rhachidi proximo) angustioribus convexis, antico et postico latioribus planioribus, juxta lineam medianam verticalem impressis, apice obtuse-biloba, lobis contiguis, sulco tantum separatis, tubulum micropyliferum superantibus eumque occultantibus; denique utplurimum late-obovata, ubique convexa, semper tamen a dorso compressa, mediâ altitudine horizontaliter perscissa formâ oblongo-quadrangulari gaudentia, apice obtuse-biloba, lobis divergentibus ideoque spatium foveolarem intermedium monstrantibus, plicâ auctum transversali triangulari, cujus apici tubulus insidet micropyliferus.

Integumentum internum lignosum late-obcordatum, deorsum acuminatum, sursum obiter obtuse bilobum, lobis foveâ superficiali separatis, in cujus fundo conspicitur crista striaeformis, decursu suo plicam integumenti carnosi imitans; faciebus anticâ et posticâ latioribus valde convexis, externâ et internâ vero angustioribus, sulcis 2 superficialibus curvatis, medio a se invicem distantibus, extremitatibus suis utrinque confluentibus exaratis.

Integumentum exterius carnosum, per mediam ovuli altitudinem horizontaliter perscissum, 4 monstrat fasciculos vasorum, per paria

Cycas inermis *Lour.*

Ovula primitus et per totum vitae decursum ovalia, matura tantum parte sua dimidiâ superiore parum latiora, apice semper acuta, elobata, tubulo micropylifero semper libero, numquam occulto, ab antico ad posterum paullo tantum compressa, unde per mediam altitudinem horizontaliter perscissa figuram monstrant fere orbicularem p. m. angulosam.

Integumentum internum lignosum ovale, deorsum acuminatum, sursum acutum, ab antico ad posterum paullo compressum ideoque superficie fere tereti gaudens, faciebus tamen externâ et internâ sulcis pluribus superficialibus per duas facies inaequaliter dispersis, medio distantibus, sursum et deorsum sibi approximatis vel confluentibus exaratis.

Integumentum exterius carnosum, per mediam ovuli altitudinem horizontaliter perscissum fasciculos vasorum plures monstrat inaequaliter dispersos, latera tamen angustiora occupantes, crassitudine variantes, sulcarum in integumento ligneo praesentium decursum sequentes.

Color ovulorum indumento suo orbatorum luteo-aurantiacus.

Carpophyllorum laciniae intermediae horizontaliter distantes, omnes usque ad ultimum apicem tomento obductae.

sibi approximatos, latera angustiora integumenti occupantes et sulcis in integumento ligneo arcte applicatos.

Color ovulorum maturorum indumento suo orbatorum cinnabarinus.

Carpophyllorum laciniae fere omnes antrorsum directae, aculeo denudato acutissimo terminatae.

Aan het einde dezer mededeeling, acht ik het niet overbodig nog op eenige bijzonderheden te wijzen, welke mij het mikroskopisch onderzoek der jonge eieren van *C. inermis* en *C. revoluta* heeft opgeleverd, nl.:

1°. Dat deze Cycadaceeën slechts één eivlies hebben.

2°. Dat er derhalve bij die planten geen onderscheid tusschen een exostomium en endostomium gemaakt kan worden, reden waarom ik hierboven ook geen dier termen, maar in plaats daarvan het woord micropyle-buisje (*tubulus micropyliferus*) gebruikt heb.

3°. Dat de houtige dop, die men bij volwassen eieren aantreft, slechts het binnenste gedeelte is van het éénige eivlies, en dat derhalve de termen *integumentum externum* en *internum*, die alle Schrijvers gebruiken om het buitenste vleezige en het binnenste houtige hulsel van rijpe eieren aan te duiden, geenszins in dien zin behooren te worden opgevat, alsof de hulsels ook werkelijk twee eivliezen vertegenwoordigden.

4°. Dat de *tubulus micropyliferus* bij *C. inermis* en *C. revoluta* niet, zooals de Heer MIQUEL wil (*Analecta*, II, p. 3), tot het *integumentum internum*, maar, evenals bij *C. circinalis*, tot het *integumentum externum* behoort, of daarvan een onderdeel uitmaakt.

Tot al deze gevolgtrekkingen zijn wij gekomen door het beschouwen van eenige doorsneden van jeugdige eieren. De best geslaagde daarvan geven wij op Pl. 3 (in het midden der bovenste rij) weder.

Men ziet hier duidelijk, hoe de opperhuid (*o*) van het ge-

heele eitje het micropyle-buisje (*m*) binnendringt en zich eerst vertikaal, doch later schuins naar beneden begeeft, tot aan den voet van het kegelvormig uitsteeksel (*a*), 'twelk gerekend wordt tot de kern (*k*) te behooren; dat zij zich vervolgens van dien voet naar boven terugslaat, doch zóó, dat zij het kegelvormig uitsteeksel nu nauwkeurig overtrekt, met uitzondering alleen van zijn uitersten top (*b*). Nu is het duidelijk, dat al wat tusschen de twee platen (*o* en *o'*) eener zelfde opperhuid besloten is, onmogelijk anders dan tot het zelfde, en niet tot twee verschillende bekleedsels kan behooren, en dat dus veranderingen van structuur, welke later in dat bekleedsel ontdekt worden, nog geenszins geacht kunnen worden te pleiten voor de aanwezigheid van twee verschillende eivliezen, van den beginne af.

Verder kan de zelfde teekening strekken om aan te toonen, dat het micropyle-buisje wèl door het vleezige overtreksel (*c*), maar niet door de houtige dop (*d*) gevormd wordt; en eindelijk, dat de sponzige bruine laag (*e*), welke de kern onmiddelijk omgeeft, eveneens tot het eivlies behoort, hoewel zij met het grootst gedeelte der kern organisch is ineengesmolten.

VERKLARING VAN DE PLATEN.

PLAAT 1.

Afbeelding van een carpophyllum met 4 rijpe, hoewel onbevruchte, en 2 onrijpe eieren van *Cycas inermis* LOUR., afkomstig van een exemplaar, 't welk in den Amsterdamschen Hortus, van 1860 op 1861, in de Palmenkas bloeide. Dit exemplaar, het zelfde waarop alle beschrijvingen van *C. inermis* van den Hoogleeraar MIQUEL betrekking hebben, werd in den Amsterdamschen Hortus ontvangen onder den naam van *Cycas revoluta*, en wel van den tuin te Buitenzorg op Java, in 1846 (MIQUEL, *Tijdschr. voor wis- en natuurk. Wetensch.* 1848 I, p. 104).

PLAAT 2.

Afbeelding van een carpophyllum met 1 rijp, 3 halfrijpe en

2 onrijpe (allen onbevruchte) eieren van *Cycas revoluta* THUNB., door ruil verkregen uit de kweekerij der Heeren GROENEWEGEN en C°., en afkomstig van West-Indië. Dit exemplaar bloeide in den Amsterdamschen Hortus van 1866 op 1867 in de Orchideeën-kas.

PLAAT 3.

a. Een eitje van *Cycas inermis* LOUR., 7 mill. hoog.
b. Een d° van *C. revoluta* THUNB., van de zelfde hoogte.
c. Een rijp ei van *C. inermis.*
d. Een jong ei van *C. revoluta.*
e, f. De top van een half-rijp en volkomen rijp ei van *C. revoluta.*
g. De houtige dop van *C. inermis*, van de breede zijde gezien.
h. De zelfde van de smalle zijde gezien.
i. De houtige dop van *C. revoluta*, van de breede zijde gezien.
k. De zelfde, van de smalle zijde gezien.
l. Horizontale doorsnede van een rijp ei van *C. revoluta;* de donkere stippen vertegenwoordigen de vaatbundels.
m. Horizontale doorsnede van een rijp ei van *C. inermis;* donkere stippen als voren.

Op de eerste rij in het midden vindt men (zonder letter) de vertikale doorsnede van een eitje van *Cycas inermis*, 20-maal vergroot.

o. Opperhuid.
o'. De zelfde, het micropyle-buisje bekleedend.
c. Het vleezige overtreksel.
d. De later houtige dop.
e. De sponsachtige laag met harshoudende cellen.
k. De kern.
a. De kegelvormige top der kern.
b. De opening, welke de opperhuid overlaat, nadat zij den kegelvormigen top der kern overtrokken heeft.
m. Het micropyle-buisje.

Amsterdam, Januari 1867.

OVER DE METEOORIJZERMASSA

VAN

DE KAAP DE GOEDE HOOP.

DOOR

E. H. VON BAUMHAUER.

Aan de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem werd in Januarij 1803 door den Heer J. A. DE MIST, Commissaris-Generaal der Bataafsche Republiek van de Kaap de Goede Hoop, ten geschenke gezonden eene meteoorijzermassa, die, volgens de mededeelingen destijds door den Heer A. DANKELMAN daarover ingewonnen, in het jaar 1793 door den Heer C. STERRENBERG op eene olifantsjagt gevonden was op omstreeks 300 mijlen (of uren gaans) van de Kaapstad en omtrent 5 mijlen van zee, tusschen twee kleine rivieren, genaamd Karega en Gasoeja, in eene geheel onbewoonde streek tusschen twee steile rotsen van geringe hoogte, die volgens den Heer STERRENBERG waarschijnlijk vóór hem nog door niemand bezocht was geworden.

De toenmalige Secretaris der Hollandsche Maatschappij, de beroemde VAN MARUM, heeft daarover in 1803 eene notitie gegeven in Deel II. 2de Stuk der *Natuurkundige Verhandelingen van de Bataafsche Maatschappij der Wetenschappen*, pag. 257, waaraan wij de volgende beschrijving ontleenen:

„Het stuk is van eene platachtige, doch geheel onregelmatige gedaante; zijne grootste breedte is 20½ duim (64 centimeters) en zijne kleinste breedte 13 duim (41 ctm.); het dikste gedeelte is van 3 tot 4 duim Rhijnlandsche maat (9 à 12 ctm.). De oppervlakte van dit stuk is zeer oneven, hebbende voorna-

melijk aan eene zijde holtens van een meer of min ronden omtrek van 1½ tot 3 duimen (4½ à 9 ctm.) middellijn en van ½ tot 1 duim (1½ à 3 ctm.) diepte. Voorts is zij doorgaans met eene dikke bruingele okerachtige of roestachtige korst bezet."

De klomp, zooals die toenmaals door de Maatschappij ontvangen is, woog 172 ponden (84 kilogrammen), doch was slechts een gedeelte der massa, zooals die gevonden is, daar J. BARROW, die in zijn *Account of travels into the interior southern Africa*, London 1801, pag. 226, over deze massa spreekt, zegt dat de kolonel PREHN daarvan een stuk had afgeslagen en naar Engeland had overgebragt.

VAN MARUM zegt dat het ijzer de meeste overeenkomst heeft met geslagen ijzer, doch veel zachter is, zoodat het aan de vijl minder weêrstand biedt; zijn soortelijk gewigt vond hij 7,654; hij liet daarvan eene staaf smeden en harden, en vond dat deze, door magneetstaven gestreken, de magneetkracht even spoedig en even sterk aannam, als eene dergelijke staaf van Zweedsch ijzer, op gelijke wijze behandeld.

VAN MARUM komt reeds sterk op tegen de bewering van BARROW, dat dit stuk een gedeelte van een scheepsanker zoude zijn, van de zeekust door de Kaffers naar die plaats vervoerd, en evenzeer tegen het denkbeeld, dat dit stuk ijzer uit eenige aardsche ijzermijn afkomstig zoude zijn, en acht dat ijzer als van den zelfden oorsprong als de door E. F. F. CHLADNI *) beschrevene Siberische zoogenoemde Pallasijzermassa.

In het werk van CLARK †) vindt men reeds eene analyse van dit ijzer door WEHRLE verrigt, terwijl URICOECHEA §) later er eene heeft bekend gemaakt, gedaan op vijlspaanders afkomstig van een stuk dezer ijzermassa uit de verzameling van BLUMENBACH. In de vergadering van 28 Maart 1863 van de Natuurkundige Afdeeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, deelde ik eene analyse mede van een stuk van dit ijzer, hetwelk genomen was van de ijzermassa, die bij de Hollandsche

---

*) *Ueber den Ursprung der von* PALLAS *gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen*, Riga 1794.

†) *On metallic meteorites*, Göttingen 1852.

§) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 1854, T. XV. p. 252.

Maatschappij der wetenschappen bewaard wordt, welke analyse ik met mijnen toenmaligen assistent Dr. SEELHEIM had verrigt.

Wij plaatsen de uitkomsten dezer drie analysen bij elkander:

	WEHRLE.	URICOECHEA.	V. BAUMHAUER en SEELHEIM.
IJzer	85,608	81,20	82,77
Nickel.	12,275	15,09	14,32
Kobalt	0,887	2,56	2,52
Phosphoor.	—	0,09	0,26
Onoplosbare steenmassa	—	0,95	niets
Zwavel.	—	spoor	— *)
Koper	—	spoor	spoor
Tin	—	spoor	niets

URICOECHEA zegt van dit ijzer: „het is opmerkelijk dat dit aan nickel en kobalt zoo rijke ijzer geene of slechts onduidelijke figuren geeft. Het verhoudt zich daaromtrent gelijk aan het meteoorijzer van Green-County, Tenessee, hetwelk volgens de analyse van CLARK 17 pCt. nickel en 2 pCt. kobalt bevat, en eveneens geene figuren vertoont. De figuren schijnen met een grooter gehalte aan phosphoor zamen te hangen."

REICHENBACH †), die door zijne onderzoekingen over meteoriten zich een welverdienden naam heeft verworven, heeft de Kaapsche ijzermassa beter leeren kennen; hij zegt daarvan het volgende: „De massa van dezen meteoriet, gepolijst en met een zuur behandeld, is zonder teekening donkergraauw, zonder glans en de figuren van Widmanstädten ontbreken geheel. Niemand erkent dit ijzer op het eerste gezigt voor meteoorijzer, en het is ook reeds meermalen gebeurd, dat men het uit de verzamelingen van meteoriten heeft weggenomen, als onecht. Doch dit was eene dwaling, daar er geen edeler, geen interessanter meteoriet bestaat als juist deze eigendommelijke Kaapsche.

„Het gemis van een bepaald karakter bij eene oppervlakkige

*) De ijzermassa zelve bevat geen zwavel; wij zullen echter later zien, dat in de massa hier en daar bepaalde kubische kristallen van zwavelijzer zijn verspreid.

†) *Annalen* van POGGENDORFF, T. CXIV, pag 266.



Fig. 1.



Fig. 2.

Lith. v. Emrik & Binger.

beschouwing verdwijnt, zoodra men hem met het vergrootglas ziet. Kleine glanzende vlekjes, die men naauwelijks zag, splitsen zich in dubbellijnen van goed gekenschetst bandijzer (taenit), andere daarmede overeenkomende, doch breedere puntjes splitsen zich eveneens; de taenit omgrenst eene microscopische ellips, waarin staafjes van balkenijzer (kamacit) ingesloten zijn, waaraan zelfs puntjes van zwavelijzer bevestigd zijn, en alles toont aan, dat in dezen merkwaardigen ijzermeteoriet de drie laatste ijzerverbindingen, zooals in alle andere ijzermeteoriten voorhanden zijn, maar tot een minimum teruggebragt. Dit is alleen geschied ten voordeele van het vullingsijzer (plessit), hetwelk in zulke overmaat voorhanden is, dat de geheele meteoriet een homogeen stuk plessit vormt, waarin de beide andere leden van de trias slechts als sporen voorkomen, naauwelijks in genoegzame hoeveelheid om over de ware natuur der geheele massa een juist oordeel te vellen.

„In dit opzigt staat de Kaapsche meteoriet onder alle, die wij tot nu toe hebben leeren kennen, geheel uitstekend; wij zien daar het plessit in groote evenwijdige partijen afgezet, die zich alleen naauwelijks merkbaar van elkander onderscheiden door zwakke verschillen bij het terugkaatsen van het licht. Het donkere is meer naar binnen, het heldere meer naar buiten afgezet, waardoor ten minste eene soort van laagsgewijze afzetting wordt aangeduid.”

G. ROSE *) heeft ook zijne aandacht op de Kaapsche ijzermassa gevestigd en zegt daarvan: „Het Kaapsche ijzer vertoont iets zeer opmerkelijks; het is volkomen fijnkorrelig en gelijkvormig, terwijl men toch op de geëtste doorsnede ziet dat het uit volkomen regtlijnige doch zeer vast verbondene lagen bestaat, die bij bepaalde rigting tegen het licht mat en glanzend zijn, terwijl deze verschillen in glans juist tegenovergesteld worden, wanneer men de rigting tegenover het licht verandert. De oorzaak van dit verschil wordt evenmin duidelijk wanneer men een afdruk der geëtste vlakte in vischlijm microscopisch onderzoekt. Het Kaapsche ijzer onderscheidt zich ook zeer opmerkelijk door zijne groote weekheid, en staat in dit opzigt juist

*) *Annalen* van POGGENDORFF, T. CXXIV, pag. 199.

ik deed daarom naauwkeurige vergelijkende bepalingen van het ijzer- en het nickelgehalte van stukken genomen uit de donkere laag door *b b* aangeduid, en van andere genomen uit de lichtere laag door *a a* aangetoond, en wel van verschillende plaatsen. Het resultaat dezer analysen is geweest, dat de verschillen in zamenstelling tusschen deze beide op het oog verschillende lagen van geene beteekenis was; dan eens was het ijzer- en nickelgehalte om tienden van percenten iets hooger dan weêr iets lager, zoodat de verschillen alleen aan de analyse konden worden toegeschreven.

De donkere plekken door de letters *c*, *d*, *g*, *f*, *g*, *h* aangeduid, hebben geene beteekenis voor de structuur; het zijn plaatsen waar door de inwerking van de lucht en het water eene diep ingrijpende oxydatie heeft plaats gehad, hetzij gedurende den waarschijnlijk langen tijd, dat de massa gelegen heeft op de plaats waar zij gevonden is, hetzij later gedurende de ruim zestig jaren dat zij in het kabinet is bewaard geworden. Opmerkelijk is nog, dat juist op die geroeste plaatsen in de ijzermassa als het ware barsten of scheuren voorkomen, die zich dikwijls verder in de massa uitstrekken dan de door oxydatie aangetaste gedeelten, en dat deze scheuren niet alleen onderling evenwijdig zijn, maar daarenboven evenwijdig loopen met de straks genoemde evenwijdige lagen.

BAUMHAUER OVER DE KAAPSCHE METEOORIJZERMASSA



RAPPORT

UITGEBRAGT

IN DE VERGADERING DER AFDEELING VAN 28 SEPT. 1867.

De Natuurkundige Afdeeling der Akademie ontving van de Letterkundige Afdeeling tot onderzoek water uit de heilige bron Semsem, behoorende tot eene verzameling voorwerpen, die de bedevaartgangers uit Mekka en Medina medebrengen, en aan de Afdeeling aangeboden door den Heer Baron SLOET, oud-Gouverneur-Generaal van Neêrlandsch Indië.

Dit water was vervat in eenen kleinen, digtgesoldeerden blikken cylinder, en bedroeg in gewigt 445,21 gram. Deze hoeveelheid was te klein, om van dit water een quantitatief onderzoek te doen, zoo als de wetenschap dit thans eischt; en al was zelfs die hoeveelheid toereikende geweest, dan nog zou eene quantitatieve ontleding geen onbetwistbare uitkomsten hebben kunnen leveren, daar dit water voorzeker niet zóó verzameld is, als dit voor een dergelijk onderzoek gevorderd wordt, en daar het water gedurende langen tijd met blik in aanraking geweest was.

Het water, dat het eerst uit den blikken cylinder vloeide, was helder en ongekleurd; het laatste was troebel. Het zette een geelachtig gekleurd bezinksel af, dat bleek te bestaan uit koolzuren kalk en ijzeroxyde-hydraat.

Het bezonken water was helder, ongekleurd en reukeloos. Het bezat een spec. gewigt van 1,0036 op + 15° C. Het bevatte eenig vrij en gebonden koolzuur, chlore, zwavelzuur, natron, kali, kalk en betrekkelijk veel magnesia. Bromium, iodium,

phosphorzuur, boriumzuur en kiezelzuur werden in de voor het onderzoek beschikbare hoeveelheid water niet gevonden.

Ik stel aan de Vergadering voor den Heer Baron SLOET harren dank te betuigen voor zijne welwillende poging in het belang der wetenschap.

Leiden, 26 September 1867.

A. H. VAN DER BOON MESCH.

OVER DE

AFWEZIGHEID VAN OPIUM-ALCALOÏDEN IN DEN OPIUM-ROOK.

DOOR

A. W. M. VAN HASSELT & C. BURGERSDIJK.

In December des vorigen jaars heb ik, in mijne bijdrage tot de kennis der *opio-phagie*, het bovenstaande vraagstuk reeds met een woord ter sprake gebragt en alstoen daarover eene nadere schriftelijke mededeeling voor de Verslagen der Akademie toegezegd. Sedert dien tijd zijn de toen reeds, volgens mijne aanwijzing en op mijn verzoek, aangevangen onderzoekingen van den Heer BURGERSDIJK, militair apotheker en Leeraar aan de Kweekschool v. mil. geneesk., ten einde gebragt, en heb ik de eer, hierbij het resultaat onzer nasporingen aan te bieden.

De aanleiding tot het bovenstaand onderzoek werd gevonden in de vergelijkende studie over de semiotiek der eigenlijk gezegde *opio-phagie* en het rooken van opium of *amfioen-schuiven*. Met geringe verschillen bleek daaruit, dat, bij onmatig toegeven aan beide deze gewoonten, zoowel de physiologische, als de pathologische uitwerking, op den duur nimmer of althans zelden achterblijvende, nagenoeg onder *gelijke* verschijnselen optreedt.

Het besluit lag dus voor de hand, dat bij gelijke uitwerkselen ook dezelfde oorzaak in beide gevallen te beschuldigen was, te weten: het opnemen daarbij van de werkzame opium-bestanddeelen of alcaloïden in het bloed.

Bij de opiophagen behoeft daaraan natuurlijk niet te worden getwijfeld. Zij eten het opium qua tale, of drinken verschillende bereidingen daarvan, in welke die bestanddeelen in ruime mate worden aangetroffen.

De amfioen-schuivers of rookers daarentegen vinden zich slechts onderhevig aan de inwerking der *verbrandings-producten* van het chandoo of waterig opium-extract.

Worden nu daarin — zoo als a priori uit de physiologische werking te verwachten was — inderdaad ook de werkzame opium-alcaloïden terug gevonden?

Wat over deze vraag ter onzer kennis is gekomen bepaalt zich tot twee gegevens van tegenovergestelden aard, namelijk de bewering van DECHARMES, in *Annales de Chimie et de Physique*, p. 1861, dat het hem gelukt was, hoezeer dan ook „op zeer korten afstand", *morphine* als zoodanig te „sublimeren", en de mededeeling van O. REVEIL, in diens *Recherches sur l'opium*, Thèse de Paris, opgenomen in *Bulletin de l'Académie de médecine*, etc., Août, 1856, XXI. p. 993 — ons even als het vorige opstel slechts in extracto bekend — die behelsde, dat in de drooge destillatie-voortbrengselen van het opium alleen kooloxyde, koolstofzuur, koolwaterstoffen en sporen van cijanuretum ammonii, doch *geene* opium-alcaloïden voorkomen.

Andere onderzoekingen op dit vraagstuk betrekking hebbende zijn ons niet bekend, en het kwam ons uit dien hoofde niet onbelangrijk voor, daaromtrent eenige proeven te nemen.

Bij de eerste proefnemingen werd de te onderzoeken opiumrook of damp ontwikkeld door in den pijpenkop van een apparaat voor clysmata van tabaksrook eenige kooltjes vuur te brengen, daarop telkens eene kleine hoeveelheid extractum opii aquosum te plaatsen, en onder voortdurend aanblazen, den damp met een' gewonen aspirator op te zuigen en dezen door verschillende oplossings-vloeistoffen te doen strijken. Later werd bevonden, dat de verbranding en damp-vorming veel gemakkelijker en ruimer werden verkregen, door middel van de alcohollamp, eenvoudig in eene uitgetrokken glazen buis waarin stukjes opium-extract vooraan werden ingeschoven. De rook werd eerst door middel van eenen gutta-percha blaasbalg, later toch weder het best met behulp van den aspirator, opgetrokken en daarbij geleid door eene serie van drie met oplossings-vloeistoffen voor twee derde gevulde Woulfsche fleschen. Ten einde den damp zooveel mogelijk in de solventia te concentreeren, werd mede van een LIEBIG's kali-apparaat gebruik gemaakt.

Als oplosmiddelen werden opvolgend gebezigd: aqua destillata, — met zoutzuur bedeeld water, — met azijnzuur aangezuurd water, — alcohol, — alcohol aangezuurd met zoutzuur, — amyl-alcohol, — aether.

Telkens werden eenige greinen extractum opii in het buisje gebragt, dit aan het branden gemaakt, de dampen opgezogen en deze door de genoemde vloeistoffen geleid, en voor zooverre zij daarin niet werden opgenomen, hetgeen altijd slechts ten deele en zeer langzaam geschiedde, de witte damper nog eenen langeren tijd met de vloeistof in aanraking gelaten.

Voor elk der gebruikte vochten werden gemiddeld 2 à 3 drachmen opium-extract verrookt.

De verkregen vloeistoffen werden, waar dit noodig was, met zoutzuur aangezuurd, daarna met ammonia oververzadigd en uitgedampt tot droogwordens, met goed uitgewasschen zand. Het overschot werd uitgekookt met zuiveren amyl-alcohol, gefiltreerd en het filtraat geschud met zoutzuurhoudend water. In dit water werd de aanwezendheid der opium-alcaloiden, vooral van morphine, narcotine, porphyroxine, door hunne verschillende reactieven nagegaan, hetzij als chlorwaterstofzure verbinding, hetzij, na behandeling met ammonia, als onverbonden alcaloide, dat weder door amyl-alcohol was uitgetrokken, (*methode* van USLAR en ERDMANN.)

Op welke wijze ook gevarieerd en na aanwending van de meest gevoelige praecipiteermiddelen, zoo als van het *phosphormolybdaenzuur* volgens SONNENSCHEIN, van het *jodkwik-kalium* volgens MAIJER, werd noch door deze, noch door de gewone reagentia op de drie genoemde beginselen van het opium, eenig spoor van deze of andere opium-alcaloïden aangetroffen. In een paar gevallen werd alleen van de porphyroxine-proef eene hoogst twijfelachtige aanwijzing verkregen.

De door LEFORT, voor zeer geringe hoeveelheden van alcaloïden aangegeven reageerwijze, — door middel of met behulp van papierstrookjes van Zweedsch filtreerpapier, die herhaalde malen met de verkregen vloeistoffen worden gedrenkt en telkens gedroogd, en dan aan de gewone reactieven voor de drie genoemde beginselen worden onderworpen, — gaf insgelijks een geheel ontkennend resultaat.

Daar onze uitkomst, overeenkomende met die van O. REVEIL, zoo volkomen *negatief* is uitgevallen, hebben wij het onnoodig geacht in verdere bijzonderheden te treden omtrent den juisten modus quo der bijzondere reactiën, die trouwens alle geheel volgens de gewone regelen zijn geschied.

Het eenigste wat overigens in den rook van opium, ook door den Hr. BURGERSDIJK, is kunnen worden aangewezen, zijn de door REVEIL genoemde sporen van cyan-ammonium, dat hier trouwens de vraag niet opheldert. Ook mogen wij niet verzwijgen, dat de verkregen vloeistoffen bijna allen en altijd *naar opium riekten*. Het vlugtige beginsel of de riekende beginselen van het opium (aan welken evenwel niet dan een onbeduidend aandeel in de pharmacodynamiek van dit educt wordt toegekend) blijken dus bij de verbranding niet geheel te worden gedecomponeerd, zoo als zulks met de vaste alcalöiden wel het geval schijnt.

Niettegenstaande dezen *schijn* is het toch te vermoeden, dat eenige werkzame bestanddeelen van het opium in den rook moeten overgaan. De eigenaardige werking kan toch geenszins aan de door REVEIL gevonden gasvormige producten van geheel anderen aard worden toegekend. Het zou mogelijk zijn, dat onze proeven even als die van genoemden schrijver nog niet naauwkeurig genoeg, of met nog te geringe hoeveelheden genomen zijn, of wel, dat er onder de overgaande opium-bestanddeelen een of meerderen zijn, die niet door de genoemde reactieven worden aangetoond.

Hoe waarschijnlijk dit zij, het blijft nog steeds een desideratum, dat ook andere scheikundigen nogmaals op dit onderwerp terugkomen; misschien ja zelfs vermoedelijk kunnen zij gelukkiger slagen dan wij. Het is toch uit de physiologische en pathologische werkingswijze der opium-dampen nagenoeg met zekerheid te veronderstellen, dat een deel der werkzame beginselen *niet* ontleed, en, door den *waterdamp* van het extract ingehuld, *moet* worden medegevoerd.

Wegens de niet-vlugtigheid der opium-alcalöiden zal dit bewijs nogtans altijd steeds moeijelijker zijn te leveren, dan hetgeen door MELSENS en anderen na hem voor het voorkomen van nicotine in den tabaks-rook is gegeven.

- - - - -

NOTICE.

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DE L'ÎLE

DE

GUÉBÉ.

PAR

P. BLEEKER.

L'île de Guébé, une des Moluques et située dans le Détroit de Halmahéra, entre cette grande île et l'île de Waigiou, était presque complètement inconnue jusqu'ici par rapport aux poissons qui habitent ses côtes. Le Balistes (Balistapus) verrucosus Kp. était jusqu'ici le seul représentant connu de cette localité.

Le Musée de Leide doit aux dernières recherches de feu M.-A. BERNSTEIN une collection, faite dans ces parages et composée de 20 espèces, qui, y comprise l'espèce nommée, sont les premières que la science vient d'en connaître. Ces espèces sont les suivantes.

1. Crayracion erythrotaenia Blkr.
2. Ostracion (Ostracion) punctatus Lac.
3. Melichthys vidua Kp.
4. Balistes (Balistapus) lineatus Kp.
5. 〃 (〃) verrucosus Blkr.
6. 〃 (Canthidermis) oculatus Swns.
7. Aleuteres scriptus Blkr.
8. Pomacentrus chrysopoëcilus K. v. H.
9. 〃 bankanensis Blkr.

10. Tetradrachmum aruanum Cant.
11. " melanurus Blkr.
12. Cichlops trispilus Blkr.
13. Myripristis parvidens CV.
14. Harpurus rhombeus Blkr.
15. Parapercis hexophthalmus Blkr.
16. Callionymus opercularioides Blkr.
17. Periophthalmus argentilineatus Val.:
18. Exocoetus nigripinnis Val.
19. " speculiger Val.
20.

La Haye, Octobr. 1867.

DOUZIÈME NOTICE

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DE L'ÎLE

DE

TERNATE.

PAR

P. BLEEKER.

Depuis la publication de mon dernier article sur la faune de Ternate, le Musée de Leide a reçu une nouvelle collection faite à cette île par feu M.- A. BERNSTEIN et se composant des espèces suivantes.

1. Crayracion nigropunctatus Blkr.
2. Hemigymnus melanopterus Günth.
3. Julis dorsalis QG.
4. Stethojulis Renardi Blkr.
5. Cheilio inermis Rich.
6. Labroides paradiseus Blkr.
7. Hemipteronotus Twistii Blkr.
8. Cichlops trispilus Blkr.
9. Macolor typus Blkr.
10. Plectorhynchus pictus Blkr = Diagramma punctatum Ehr.
11. Grammistes punctatus CV.
12. Amblycirrhites Forsteri Blkr = Cirrhites Forsteri Günth.
13. Scorpaenopsis cirrhosus Blkr.
14. Diphreutes macrolepidotus Cant.
15. Chelmon longirostris CV.
16. Malacanthus latovittatus Val.

17. Corystion orientale Blkr.
18. Muraena maculata Ham. Buch.

De ces 18 espèces 5 seulement sont nouvelles pour la faune de Ternate, sav. Crayracion nigropunctatus, Grammistes punctatus, Plectorhynchus punctatus, Amblycirrhites Forsteri et Chelmon longirostris. Elles font monter à 315 le nombre des espèces de poissons actuellement connues de cette île.

Le Haye, Octobre 1867.

TROISIÈME NOTICE

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE

DE

L'ÎLE D'OBI.

PAR

P. BLEEKER.

D'après les collections faites par feu M.-A. BERNSTEIN, et conservées au Musée de Leide, les six espèces suivantes sont encore à ajouter aux 92 espèces déjà énumerées dans ma deuxième notice sur la faune ichthyologique de cette île (Ned. Tijdschr. Dierk. Tom. I.)

1. Teuthis labyrinthodes Blkr.
2. Caranx boops CV.
3. Valenciennea Hasseltii Blkr = Eleotriodes Hasseltii Blkr.
4. Hemirhamphus Gaimardi Val.
5. „ marginatus Blkr.
6. Dussumieria acuta Val.

La Haye, Octobre 1867.

HUITIEME NOTICE

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE

DE

L'ÎLE DE BATJAN.

PAR

P. BLEEKER.

Parmi les poissons, envoyés au Musée de Leide par feu M. A. BERNSTEIN, peu avant sa mort, se trouve une collection faite à Batjan, qui permet d'augmenter la liste des espèces déjà connues de cette île de 19, dont voici les noms.

1. Carcharinus (Scoliodon) acutus Blkr.
2. Trygon uarnak Rüpp.
3. Balistes (Pseudobalistes) flavimarginatus Rüpp.
4. Cossyphus mesothorax Val.
5. Epinephelus aurantius Blkr.
6. „ guttatus Blkr.
7. Plectorhynchus polytaenia Blkr.
8. Tetragonopterus auriga Blkr.
9. Zanclus cornutus CV.
10. Mene maculata CV.
11. Teuthis marmorata Günth.
12. Rhombotides lineatus Blkr.
13. „ triostegus Blkr.
14. Harpurus Rüppelli Blkr.
15. Malacanthus latovittatus Val.

16. Remora albescens Gill.
17. Platycephalus insidiator Bl.Schn.
18 Saurida tumbil Val.
19. Conger Noordzieki Blkr.

Par ces poissons le nombre des espèces actuellement connues des eaux de Batjan monte à 269.

La Haye, Octobre 1867.

DESCRIPTION

DE

DEUX ESPÈCES NOUVELLES DE BLENNIOÏDES

DE

L'INDE ARCHIPÉLAGIQUE.

PAR

P. BLEEKER.

Salarias (*Cirripectes*) *polyzona* Blkr.

Salar. (Cirrip.) corpore oblongo-subelongato compresso, altitudine 4 ½ ad 4 ⅓ in ejus longitudine, latitudine 1 ½ circiter in ejus altitudine; capite truncato-convexo 4 circiter in longitudine corporis; altitudine capitis 1 et paulo-, latitudine capitis 1 ⅔ circiter in ejus longitudine; fronte inter orbitas concava; vertice crista cutacea nulla; nucha cirris simplicibus plus quam 30 in seriem transversalem utrinque usque ad aperturam branchialem descendentem dispositis; oculis diametro 4 circiter in longitudine capitis, minus diametro ½ distantibus; orbita cirro trifido oculo breviore; rostro obtuso truncato, vix ante frontem prominente; cirro nasali plurifimbriato oculo breviore; poris oculum cingentibus praeopercularibusque conspicuis plurimis brevitubulatis; maxilla inferiore utroque latere canino curvato bene conspicuo; labio superiore papillis minimis distantibus uniseriatis obsito; cute laevi; dorso striis numerosis confertissimis obliquis; linea laterali antice tubulosa, post apicem pinnae pectoralis deflexa, tunc rectiuscula, poris distantibus notata, cauda desinente; pinna dorsali cum basi pinnae caudalis unita, radiis productis nullis, partem anteriorem inter et partem posteriorem profunde incisa, parte anteriore parte posteriore non breviore et vix humiliore antice quam medio et postice altiore,

parte posteriore corpore humaniliore convexa antice quam postice altiore; pinnis pectoralibus obtusis rotundatis $4\frac{1}{3}$ circiter-, ventralibus acutis $6\frac{3}{4}$ circiter-, caudali extensa postice convexa radiis fissis 5 et paulo in longitudine corporis; anali non cum caudali unita dorsali posteriore humiliore et vix vel non longiore, convexa, membrana inter singulos radios valde incisa; colore corpore superne viridescente-roseo, inferne roseo-margaritaceo; capite inferne guttulis confertis margaritaceis; iride flavescente margine orbitali viridi; corpore fasciis 12 nigricante-violaceis transversis obliquis subaequidistantibus et subaequilatis spatiis intermediis vix latioribus, postrorsum descendentibus, inferne quam superne gracilioribus lineam ventralem non attingentibus; pinnis, anali fusco-violacea, ceteris radiis aurantiacis vel fuscescentibus membrana hyalinis, dorsali membrana parte basali fusca, caudali fusco arenata.

B. 6. D. 12/14. P. 15. V. 2. A. 17. C. 6/9/6.

Hab. Amboina, in mari.

Longitudo 2 speciminum 53‴ et 57.‴

Rem. Cette espèce appartient au groupe du genre où la nuque porte une rangée transversale de petits lambeaux cutanés ou tentacules. Elle est par conséquent voisine des Salarias Sebae, variolosus et Cuvieri. Elle se fait aisément reconnaître par les nombreuses bandes noirâtres qui descendent obliquement du dos vers la partie inférieure du corps.

Petroskirtes zebra Blkr.

Petrosk. corpore elongato compresso, altitudine 6 circiter in ejus longitudine, latitudine $1\frac{2}{3}$ circiter in ejus altitudine; capite obtuso convexo 5 circiter in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{3}$ circiter-, latitudine capitis 2 fere in ejus longitudine; linea rostro-frontali convexa; crista occipitali cirrisque conspicuis nullis; oculis diametro $3\frac{1}{2}$ circiter in longitudine capitis, diametro $\frac{2}{3}$ ad $\frac{3}{4}$ distantibus; rostro obtuso convexo non ante os prominente; rictu sub oculi margine anteriore desinente; dentibus confertis obtusis utraque maxilla 22 circ. et insuper utroque latere canino curvato, canino inframaxillari canino intermaxillari duplo vel plus duplo longiore; apertura

branchiali ovali oculo minore; cute laevi, dorso striis confertissimis obliquis postrorsum descendentibus; linea laterali (specimine minus bene conservato) conspicua nulla; pinnis radiis omnibus simplicibus; pinna dorsali vix ante aperturam branchialem incipiente et ad basin pinnae caudalis desinente, integra, margine superiore vix emarginata, parte anteriore radio producto nullo parte posteriore humiliore et breviore, parte posteriore corpore multo humiliore; pinnis pectoralibus obtusis rotundatis $6\frac{1}{3}$ circiter-, ventralibus 8 circiter-, caudali obtusa convexiuscula $6\frac{1}{3}$ circiter in longitudine corporis; anali ad basin caudalis desinente dorsali posteriore paulo longiore sed humiliore membrana inter singulos radios mediocriter incisa; colore corpore superne viridescente-roseo, inferne margaritaceo?; capite vittis 4 transversis verticalibus gracilibus nigricante-violaceis, vitta anteriore rostro-maxillari, vittis 2ª et 3ª oculo-gularibus, vitta 4ª nucho-operculari; corpore fasciis 8 circiter transversis diffusis violascentibus, fascia 1ª nucho-pectorali ceteris graciliore; pinnis aurantiacis, dorsali analique fusco arenatis, dorsali antice superne fusca; iride viridi?

D. 12/18 = 30. P. 13. V. 2. A. 21. C. 13 (21 lat. breviss. incl.)

Hab. Singapura, in mari.

Longitudo speciminis unici 54'''

Rem. Je trouvai l'unique individu que je possède de cette espèce, lors de mon séjour à Singapore au mois d'Octobre 1860. L'espèce est voisine du Petroskirtes Heyligeri Blkr des eaux douces de Sumatra, mais celui-ci se distingue suffisamment par son profil plus oblique et moins convexe, par les canines inframaxillaires qui sont beaucoup moins fortes, par la disposition, le nombre et la largeur des bandes transversales de la tête et du tronc, et par la formule des rayons (D. 13/14 = 27. A 18 vel 19). Les couleurs de mon individu du zebra ont beaucoup souffertes par l'action de la liqueur, mais les bandes sont encore bien reconnaissables. Je n'y vois plus de vestige de ligne latérale, mais la peau de la région antérieure du tronc n'est pas non plus trop bien conservée.

La Haye, Sept. 1867.

TROISIEME NOTICE

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE

DE

NOUVELLE-GUINÉE.

PAR

P. BLEEKER.

Parmi les collections, envoyées récemment au Musée de Leide par M.- D. S. HOEDT, il se trouve 14 espèces de poissons de de Dorch, sav.

1. Crayracion nigropunctatus Blkr.
2. Gastrotokeus biaculeatus Heck.
3. Corythoichthys fasciatus Kp.
4. Syngnathus gastrotaenia Blkr.
5. Julis lunaris Val.
6. Prochilus melanopus Blkr.
7. „ percula Blkr.
8. Tetradrachmum melanurus Blkr.
9. Heterophthalmus katoptron Blkr.
10. Parapercis hexophthalmus Blkr.
11. Amblyopus Hermannianus Val.
12. Ophisurus fasciatus Rich.
13. Pisoodonophis boro Kp.
14. Gymnothorax pictus Blkr.

De ces espèces, 9 sont nouvelles pour la connaissance de la faune de la Nouvelle-Guinée, sav. Crayracion nigropunctatus, Corythoichthys fasciatus, Syngnathus gastrotaenia, Prochilus me-

lanopus, Heterophthalmus katoptron, Parapercis hexophthalmus, Amblyopus Hermannianus, Ophisurus faciatus et Pisoodonophis boro. Le nombre des espèces, connues de ces parages, monte actuellement à 270. Dans ma dernière notice sur cette faune *) ce nombre fut porté déjà à 263, mais de deux espèces j'ai fait autrefois double emploi, sav. du Triacanthus brevirostris Val. qui ne se distingue pas spécifiquement du Triacanthus rhodopterus, — et du Carangus hippos, qui figure comme deux espèces sous les noms de Caranx Forsteri CV. et de Caranx Lessonii CV.

---

*) Les deux articles antérieurs sur cette matière, publiés aux Indes Néerlandaises et intitulés: »Bijdrage tot de kennis der vischfauna van Nieuw-Guinea" et »Vischsoorten van Nieuw-Guinea," se trouvent, le premier dans les Acta Societatis Scientiarum Indo-Neerlandicae Tom. VII 859; le second dans le Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië Tom. XXII 1860, p. 98.

CINQUIEME NOTICE

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE

DE

L'ÎLE DE SOLOR.

PAR

P. BLEEKER.

Dans mes notices antérieures *) le nombre des espèces de poissons connues des eaux de Solor fut porté à 75 †). Depuis la publication de ces notices, dont la dernière date de l'an 1854, rien ne fut ajouté pour élargir les limites de nos connaissances par rapport à l'ichthyologie de cette île, mais dans les derniers temps de nouveaux matériaux sont venus enrichir le Musée de Leide. Ces matériaux envoyés par M.-SEMMELINK, se composent de 53 espèces, dont 14 seulement avaient été déjà indiquées comme habitant les parages de Solor. Les 39 espèces, nouvelles pour la faune de l'île, sont les suivantes.

1. Ostracion (Ostracion) punctatus Lac.
2. Canthogaster ocellatus Blkr.

*) Visschen van Solor, Nat. Tijdschr. v. Neerl. Ind. II. p. 347.
Visschen van Solor, Nat. Tijdschr. v. Neerl. Ind. III. p. 490.
Bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van Solor, Ibid. V. p 67
Diagramma polytaenioides, eene nieuwe soort van Solor. Ibid. VI (1854) p. 875.

†) Ce nombre serait de 76, mais les espèces citées sous les noms d'Antennarius raninus Cant. et d'Antennarius nesogallicus CV. n'en font qu'une seule.

3. Corythoichthys fasciatus Kp.
4. Platophrys (Platophrys) pantherinus Blkr.
5. Cheilinus fasciatus Cuv.
6. Halichoeres binotopsis Blkr.
7. " Schwarzi Blkr.
8. Stethojulis kallosoma Blkr.
9. Prochilus melanopus Blkr.
10. Pomacentrus taeniometopon Blkr.
11. Glyphidodon antjerius K. v. H.
12. " leucozona Blkr.
13. Pseudochromis fuscus M. Trosch.
14. Epinephelus macrospilus Blkr.
15. Scolopsides bilineatus CV.
16. Lethrinus harak CV.
17. Amia fasciata Gill.
18. Platax arthriticus CV.
19. Tetragonopterus auriga Blkr.
20. " baronessa Blkr.
21. " punctatofasciatus Blkr.
22. Acanthurus ctenodon CV.
23. Rhombotides triostegus Blkr.
24. Teuthis corallina Günth.
25. Salarias arenatus Blkr.
26. " lineatus Val.
27. " melanocephalus Blkr.
28. " sumatranus Blkr.
29. Gobius intertinctus Rich.
30. Gobiodon melanosoma Blkr.
31. Valenciennea strigata Blkr.
32. Parapercis cylindrica Blkr.
33. Harengula (Harengula) Kunzei Blkr.
34. Conger vulgaris Cuv.
35. Ophisurus fasciatus Rich.
36. Gymnothorax ceramensis Blkr.
37. " Richardsoni Blkr.
38. Echidna variegata J. R. Forst.
39. Gymnomuraena micropterus Blkr.

Les espèces nommées font monter à 114 le nombre des espèces, actuellement connues de Solor. En voici la liste complète, où sont ajoutés les noms souslesquels les espèces ont été indiquées dans mes notices antérieures.

1. Crayracion implutus Blkr = Tetraodon laterna Rich.
2. „ meleagris Blkr = Tetraodon meleagris Sol.
3. „ margaritatus Blkr = Tetraodon margaritatus Rüpp.
4. Canthogaster ocellatus Blkr.
5. „ margaritatus Blkr = Tetraodon margaritatus Rüpp.
6. „ Valentyni Blkr = Tetraodon Valentyni Blkr.
7. Diodon orbicularis Bl.
8. Ostracion (Ostraçion) arcus Bl. Schn. = Ostracion cornutus L. (lege Bl. nec L.)
9. „ (Ostracion) solorensis Blkr.
10. „ („) punctatus Lac.
11. „ („) rhinorhynchus Blkr.
12. „ („) tetragonus L. = Ostracion tesserula Cant (lege Blkr nec Cant.)
13. Balistes (Balistapus) aculeatus Blkr = Balistes aculeatus Bl. Schn.
14. „ (Balistapus) armatus Blkr = Balistes armatus Lac.
15. „ („) conspicillum Blkr = Balistes conspicillum Bl. Schn.
16. „ („) lineatus Kp = Balistes lineatus Bl. Schn.
17. „ (Balistapus) verrucosus Blkr = Balistes praslinus Lac.
18. „ (Parabalistes) chrysospilus Blkr = Balistes chrysospilus Blkr.
19. „ (Canthidermis) oculatus Swns. = Balistes senticosus Rich.
20. Monacanthus melanocephalus Blkr.
21. Aluteres scriptus Blkr = Alutarius laevis Cuv.
22 Antennarius marmoratus Günth. = Antennarius raninus Cant. = Antennarius nesogallicus Val.

23. Antennarius horridus Blkr.
24. Gastrotokeus biaculeatus Heck. = Solegnathus Blochii Blkr.
25. Corythoichthys fasciatus Kp.
26. Platophrys (Platophrys) pantherinus Blkr.
27. Brachirus heterolepis Blkr = Synaptura marmorata Blkr.
28. Cheilinus fasciatus Cuv.
29. " ceramensis Blkr.
30. Cirrhilabrus solorensis Blkr.
31. Julis lunaris Val.
32. Halichoeres binotopsis Blkr.
33. " miniatus Blkr = Julis (Halichoeres) miniatus K. v. H.
34. " Schwarzi Blkr.
35. " solorensis Blkr = Julis (Halichoeres) solorensis Blkr.
36. Platyglossus Hoevenii Blkr = Julis (Halichoeres) Hoevenii Blkr.
37. " melanurus Blkr = Julis (Halichoeres) melanurus Blkr.
38. Güntheria scapularis Blkr = Julis (Halichoeres) elegans K. v. H.
39. Stethojulis interrupta Blkr = Julis (Halichoeres) interruptus Blkr.
40. " kallosoma Blkr.
41. Premnas biaculeatus Blkr = Premnas trifasciatus CV.
42. Prochilus Clarki Blkr = Amphiprion chrysargurus Rich.
43. " melanopus Blkr.
44. Tetradrachmum arcuatum Blkr = Dascyllus aruanus CV.
45. Pomacentrus littoralis K. v. H.
46. " pavoninus Blkr.
47. " moluccensis Blkr.
48. " taeniometopon Blkr.
49. Glyphidodon melas K. v. H.
50. " antjerius K. v. H.
51. " leucozona Blkr.
52. Plesiops nigricans Günth. = Plesiops coeruleolineatus Rupp.
53. Pseudochromis fuscus Müll. Trosch.

54. Opistognathus solorensis Blkr.
55. Holocentrus ruber Günth. = Holocentrum orientale CV.
56. Epinephelus alboguttatus Blkr = Serranus alboguttatus CV.?
57. " marginalis Blkr = Serranus marginalis CV.
58. " cyanostigmatoides Blkr = Serranus cyanostigmatoides Blkr.
59. " macrospilus Blkr.
60. Scolopsides lineatus QG.
61. " bilineatus CV.
62. Pentapus Hellmuthi Blkr = Heterognathodon Hellmuthi Blkr.
63. Lethrinus harak CV.
64. Plectorhynchus polytaenia Blkr = Diagramma polytaenia Blkr.
65. " polytaenioides Blkr = Diagramma polytaenioides Blkr.
66. Caesio coerulaureus Lac.
67. Therapon theraps CV.
68. Pimelepterus tahmel Rüpp. = Pimelepterus altipinnis CV.
69. Amia cyanosoma Blkr = Apogon cyanosoma Blkr.
70. " cyanotaenia Blkr = Apogon cyanotaenia Blkr.
71. " fasciata Gill.
72. " aurea Blkr = Apogon roseipinnis CV.
73. Paramia quinquelineata Blkr = Cheilodipterus quinquelineatus CV.
74. Pseudomonopterus antennatus Blkr = Pterois antennata CV.
75. " brachypterus Blkr = Pterois brachypterus CV.
76. Platax arthriticus CV
77. " vespertilio Cuv. = Platax Blochii CV.
78. Tetragonopterus setifer Blkr = Tetrag. auriga Blkr.
79. " baronessa Blkr.
80. " Kleini Bl. Schn. = Chaetodon virescens CV.
81. " punctatofasciatus Blkr.
82. " selene Blkr = Chaetodon selene Blkr.

83. Tetragonopterus unimaculatus Blkr = Chaetodon unimaculatus Blkr.
84. " vittatus Blkr = Chaetodon vittatus Bl. Schn.
85. Diphreutes macrolepidotus Cant = Heniochus macrolepidotus CV.
86. Holacanthus bicolor Bl.
87. " leucopleura Blkr.
88. " melanosoma Blkr.
89. Seriola tapeinometopon Blkr.
90. Teuthis corallina Günth.
91. Harpurus rhombeus Blkr = Acanthurus scopas CV.
92. Rhombotides triostegus Blkr.
93. Acanthurus ctenodon CV.
94. Parapercis cylindrica Blkr.
95. Petroskirtes solorensis Blkr.
96. Salarias arenatus Blkr.
97. " lineatus Val.
98. " melanocephalus Blkr.
99. " sumatranus Blkr.
100. Gobius ornatus Rüpp. = Gobius interstinctus Rich.
101. " nox Blkr.
102. Gobiodon melanosoma Blkr.
103. " quinquestrigatus Blkr = Gobius quinquestrigatus Val.
104. Valenciennesia strigata Blkr = Eleotriodes strigatus Blkr.
105. Mastacembelus annulatus Blkr = Belone cylindrica Blkr.
106. Hemirhamphus fasciatus Blkr.
107. Harengula (Harengula) Kunzei Blkr.
108. Saurida nebulosa Val.
109. Conger vulgaris Cuv.
110. Ophisurus fasciatus Rich.
111. Gymnothorax ceramensis Blkr.
112. " Richardsoni Blkr.
113. Echidna variegata J. R. Forst.
114. Gymnomuraena micropterus Blkr.

La Haye, Octobre 1867.

SIXIÈME NOTICE

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DE L'ÎLE

DE

BINTANG.

PAR

P. BLEEKER.

Examinant, il y a quelques jours, un bocal contenant quelques poissons, pêchés à Rio et offerts au Musée de Leide par le docteur P. J. LOSGERT, j'y trouvai une espèce qui jusqu'ici n'était pas connue de l'île de Bintang. Cette espèce, assez commune dans les fleuves des îles de la Sonde, est le Crayracion fluviatilis. C'est la 147e espèce à inscrire au catalogue des poissons de Bintang. — La dernière liste publiée de Bintang datant déjà de l'an 1855 *) il ne paraîtra point superflu d'en donner ici une nouvelle, augmentée des espèces qui depuis sont venu enrichir cette faune, ainsi que des synonymes nouveaux conformément à l'état actuel de la science.

---

*) Mes Notices antérieures sur cette matière se trouvent toutes dans le Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië, savoir.

1. Bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van Riouw. l. c. Tom. II (1851).
2. Tweede bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van het eiland Bintang. Tom. X, p. 345.
3. Diploprion bifasciatum en Chelmon rostratus van Bintang. Tom. XIV, p. 189.
4. Visschen en reptiliën van Riouw. Tom. XVI. p. 45.
5. Vischsoorten en reptiliën van Bintang en Siak. Tom. XX, p. 86.

1. Chiloscyllium punctatum MH.
2. " tuberculatum MH.
3. Carcharinus (Scoliodon) acutus Blkr = Carcharias (Scoliodon) acutus MH.
4. " (") Walbeehmi Blkr = Carcharias (Scoliodon) Walbeehmi Blkr.
5. Leiobatus dadong Blkr = Trygon dadong Blkr.
6. " Kuhli Blkr = Trygon Kuhli MH.
7. " zugei Blkr = Trygon zugei MH.
8. Myliobatis Nieuhofi MH.
9. " maculatus MH.
10. Ostracion (Acanthostracion) arcus Blkr = Ostracion cornutus Bl. (nec L.).
11. Triacanthus Nieuhofi Blkr.
12. " oxycephalus Blkr.
13. Monacanthus chinensis Cuv. = Monac. geographicus Cuv.
14. Psilocephalus barbatus Swns. = Pogonognathus barbatus Blkr.
15. Crayracion fluviatilis Blkr.
16. " immaculatus Blkr = Arothron scaber Blkr.
17. " testudineus Blkr = Arothron testudineus J. Müll.
18. Leiodon patoca Blkr = Arothron kappa Blkr.
19. Tetraodon oblongus Bl. = Gastrophysus oblongus J. Müll.
20. Antennarius caudimaculatus Günth. = Antennarius urophthalmus Blkr.
21. Hippocampus kuda Blkr.
22. Gastrotokeus biaculeatus Heck. = Solenognathus Blochii Blkr.
23. Psettodes erumei Blkr = Hippoglossus erumei Cuv.
24. Pseudorhombus Russelli Günth. = Rhombus lentiginosus Rich.
25. Brachirus pan Swns. = Synaptura pan Blkr.
26. " zebra Blkr = Synaptura zebra Cant.
27. Solea humilis Cant. = Solea maculata Cuv.
28. Cynoglossus Kopsii Günth. = Plagusia Kopsii Blkr.
29. " quadrilineatus Günth. = Plagusia quadrilineata K. v. H.

30. Choerops macrodon Blkr = Cossyphus macrodon Blkr.
31. " oligacanthus Blkr = Crenilabrus oligacanthus Blkr.
32. Hemigymnus melanopterus Günth. = Tautoga melapterus Val.
33. Glyphidodon bengalensis CV.
34. Anabas scandens CV.
35. Holocentrus ruber Günth. = Holocentrum orientale CV.
36. Psammoperca waigiensis Blkr.
37. Therapon Cuvieri Blkr.
38. " quadrilineatus CV.
39. " trivittatus Cant. = Therapon puta CV.
40. Helotes sexlineatus CV.
41. Lobotes auctorum Günth. = Lobotes erate CV.
42. Pristipoma hasta CV.
43. " nageb CV.
44. Myriodon waigiensis Günth. = Myriodon scorpaenoides Bris. Barnev.
45. Epinephelus boelang Blkr = Serranus boenack CV.
46. " crapao Blkr = Serranus crapao CV.
47. Cromileptes altivelis Swns. = Serranichthys altivelis Blkr.
48. Lutjanus annularis Blkr = Mesoprion annularis CV.
49. " chrysotaenia Blkr. = Mesoprion chrysotaenia Blk.
50. " fulviflamma Blkr = Mesoprion fulviflamma Blkr.
51. " Johnii Blkr = Mesoprion Johnii Blkr.
52. " monostigma Blkr = Mesoprion monostigma Blkr (nec CV.).
53. Lethrinus opercularis CV.
54. Scolopsides monogramma K. v. H.
55. Pentapus bifasciatus Blkr = Heterognathodon bifascia- Blkr.
56. " setosus CV.
57. Chrysophrys calamara CV.
58. Caesio erythrogaster K. v. H.
59. Diapterus abbreviatus Blkr = Gerres abbreviatus Blkr.
60. " kapas Blkr = Gerres kapas Blkr.
61. " poetie Blkr = Gerres poetie Blkr.

62. Harpochirus punctatus Cant. = Drepane punctata CV.
63. Scatophagus argus CV.
64. Diploprion bifasciatum K. v. H.
65. Ambassis Dussumieri CV.
66. Amia Cantori Blkr = Apogon Cantoris Blkr.
67. Pseudomonopterus volitans Blkr = Pterois volitans CV.
68. Prosopodasys trachinoides Günth. = Apistus trachinoides CV.
69. Synanceichthys verrucosus Blkr = Synanceia brachio CV.
70. Synanceia horrida Bl Schn.
71. Corvina macrophthalmus Blkr = Otolithus macrophthalmus Blkr.
72. Sciaena Kuhli Blkr. = Umbrina Kuhli CV.
73. Sillago maculata CV.
74. " sihama Rüpp. = Sillago malabarica Cuv.
75. Toxotes jaculator CV.
76. Upeneus sulphureus CV. = Upeneoides sulphureus Blkr.
77. " tragula Rich. = Upeneoides variegatus Blkr.
78. Tetragonopterus oligacanthus Blkr = Chaetodon oligacanthus Blkr.
79. Chelmon rostratus CV.
80. Monodactylus argenteus Blkr = Psettus rhombeus CV.
81. Stromateoides cinereus Blkr.
82. Platax arthriticus CV. = Platax batavianus CV.
83. " teira CV.
84. " vespertilio Cuv.
85. Teuthis guttata Günth. = Amphacanthus guttatus CV.
86. " java Günth. = Amphacanthus javus CV.
87. " Kopsii Günth. = Amphacanthus Kopsii Blkr.
88. " virgata Günth. = Amphacanthus virgatus CV.
89. Sphyraena jello CV.
90. Scomber loo CV.
91. Enchelyopus haumela Blkr = Trichiurus haumela CV.
92. " savala Blkr = Trichiurus savala Cuv.
93. Scomberoides Commersonianus Lac. = Chorinemus Commersonianus CV.
94. " sanctipetri Blkr = Chor. sanctipetri CV.
95. Elacate nigra Günth. = Elacate mottah CV.

96. Echeneis neucrates L.
97. Megalaspis Rottleri Blkr.
98. Caranx malam Blkr = Selar malam Blkr.
99. „ xanthurus CV. = Selar Kuhli Blkr.
100. Citula gallus Blkr = Carangoides gallichthys Blkr.
101. „ praeusta Blkr = Carangoides praeustus Blkr.
102. Gnathanodon speciosus Blkr.
103. Leiognathus fasciatus Blkr = Equula filigera CV.
104. Gaaza argentaria Günth = Gazza tapeinosoma Blkr.
105. Trichidion indicum Blkr = Polynemus indicus Sh.
106. Eleutheronema tetradactylus Blkr = Polynemus tetradactylus CV.
107. Mugil borneënsis Blkr.
108. „ coeruleomaculatus Lac.
109. „ waigiensis QG. = Mugil melanochir K. v. H.
110. „ sundanensis Blkr.
111. Atherina duodecimalis CV.
112. Platycephalus bobossok Blkr.
113. „ insidiator Bl. Schn.
114. „ isacanthus CV.
115. Batrachus grunniens CV.
116. Gobius caninus CV.
117. „ puntang Blkr.
118. „ puntangoides Blkr.
119. Trypauchen vagina CV.
120. Butis melanopterus Blkr = Eleotris melanopterus Blkr.
121. Bostrychus sinensis Lac. = Philypnus ocellicauda Rich.
122. Congrogadus reticulatus Günth = Machaerium reticulatum Blkr.
123. Arius (Netuma) thalassinus Blkr = Arius nasutus Val.
124. „ (Ariodes) tonggol Blkr = Arius tonggol Blkr.
125. „ (Arius) venosus Val. = Arius manjong Blkr.
126. Plotosus arab Blkr = Plotosus anguillaris Lac. = Plot. castaneoides Blkr.
127. „ albilabris Val.
128. Mastacembelus strongylurus Blkr = Belone caudimacula Cuv.
129. „ annulatus Blkr = Belone cylindrica Blkr.

130. Mastacembelus leiurus Blkr = Belone leiurus Blkr.
131. Hemirhamphus Gaimardi Val.
132. 〃 melanurus Val:
133. 〃 Quoyi Val.
134. Dussumieria elopoides Blkr.
135. Megalops macropterus Blkr = Megalops indicus Val.
136. Chirocentrus dorab Val.
137. Ilisha megalopterus Blkr = Pellona Russellii Blkr.
138. Harengula (Sardinella) clupeoides Blkr = Sardinella clupeoides Blkr.
139. 〃 (Spratella) kowala Blkr = Spratella kowala Blkr.
140. Alosa macrurus Blkr = Alausa macrurus Blkr.
141. Stolephorus (Stolephorus) Browni Blkr = Engraulis Browni Val.
142. 〃 (〃.) indicus Blkr = Engraulis Russelli Blkr.
143. 〃 (Thryssa) Hamiltoni Blkr = Engraulis Grayi Blkr.
144. Dorosoma chacunda Blkr = Chatoessus chacunda Val.
145. Saurida tumbil Val.
146. Muraenesox bagio Pet. = Conger bagio Cant.
147. Monopterus javanensis Lac.

La Haye, Octobre 1867.

NOTICE

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DE L'ÎLE

DE

WAIGIOU.

PAR

P. BLEEKER.

On doit les connaissances ichthyologiques déjà acquises de l'île de Waigiou aux naturalistes français. — QUOY et GAIMARD, dans la Zoologie du Voyage de l'Uranie; — LESSON, dans la Zoologie du Voyage de la Coquille; — et CUVIER et VALENCIENNES, dans la grande Histoire naturelle des Poissons, ont fait connaître bon nombre de poissons des parages de Waigiou, mais depuis ces publications, pendant une trentaine d'années, rien ne fut ajouté aux matériaux ichthyologiques rassemblés par les expéditions de DE FREYCINET et de DUPERREY. Dans les derniers temps seulement feu M.- A. BERNSTEIN, pendant son séjour à Waigiou, a fait une assez riche collection de poissons, et ce sont ces matériaux, qui m'ont mis à même de contribuer aussi de ma part à élargir les limites des connaissances déjà acquises.

Les espèces de poissons, inscrites dans la science, comme habitant les parages de Waigiou, sont au nombre de 70. L'énumération suivante en donne les noms conformément à l'état actuel de la science, mais j'y ai ajouté aussi les dénominations sous lesquelles on peut les retrouver dans les ouvrages cités.

1. Ginglymostoma cirratum MH.? = Scyllium ferrugineum Less.
2. Chiloscyllium Freycineti Blkr = Scyllium Freycineti QG. = Chiloscyllium plagiosum MH.
3. 〃 malayanum MH. = Scyllium malaisianum QG.
4. Carcharinus (Prionace) melanopterus Blkr = Carcharias melanopterus QG.
5. Taeniura lymma MH. = Trygon Halgani Less.
6. Balistes (Balistapus) cinctus Lac. = Balistes Medinilla QG. = Balistes erythropteron Less.
7. 〃 (〃) verrucosus Kp = Balistes praslinensis QG.
8. Aleuteres personatus Less.
9. Platophrys (Platophrys) pantherinus Blkr? = Rhombus macropterus QG.
10. Callyodon spinidens Swns. = Scarus spinidens QG.
11. Scarichthys auritus Blkr = Scarus vaigiensis QG.
12. Pseudoscarus harid Günth.? = Scarus longiceps CV.
13. Novaculichthys macrolepidotus Blkr = Labrus Arago QG. = Julis taenianotus QG.
14. Labroides paradiseus Blkr.
15. Pomacentrus emarginatus CV.
16. Glyphidodon waigiensis QG.
17. Holocentrum spiniferum Rüpp. = Holocentrum leo CV.
18. Psammoperca waigiensis Blkr = Labrax waigiensis CV.
19. Myriodon waigiensis Günth. = Scorpaena waigiensis QG.
20. Variola louti Blkr = Serranus punctulatus CV.
21. Epinephelus argus Blkr = Serranus guttatus CV.
22. 〃 hexagonatus Blkr = Serranus merra CV.
23. 〃 undulosus Blkr = Epinephelus amboinensis Blkr = Bodianus undulosus QG.
24. Lutjanus bengalensis Blkr = Diacope octovittata CV.
25. 〃 Johnii Blkr = Lutjanus unimaculatus QG.
26. 〃 lineatus Blkr = Diacope lineata QG. = Diacope striata CV.
27. 〃 olivaceus Blkr = Mesoprion olivaceus CV.
28. 〃 ? Quoyi Blkr = Dentex waigiensis QG. (an pot. Chaetopteri spec.?)

29. Lutjanus Sebae Blkr.
30. " semicinctus QG.
31. " vitta Blkr = Serranus vitta QG.
32. " waigiensis Blkr = Diacope vaigiensis QG.
33. Lethrinus waigiensis CV.
34. Dentex ruber CV.
35. Scolopsides cancellatus CV.
36. " lineatus QG., Blkr (nec Rüpp.)
37. " margaritifer CV.
38. " temporalis CV.
39. Plectorhynchus Lessoni Blkr = Diagramma Lessonii CV.
40. Diapterus argyreus Blkr = Gerres waigiensis QG. = Gerres argyreus CV.
41. Pimelepterus waigiensis QG. = Pimelepterus Marciac CV.
42. Parupeneus indicus Blkr? = Upeneus waigiensis CV.
43. Scorpaena rawakensis QG.
44. Pseudomonopterus antennatus Blkr = Pterois antennata CV.
45. " zebra Blkr = Pterois zebra CV.
46. Pelor maculatum CV.
47. Synanceichthys verrucosus Blkr = Synanceia brachio CV.
48. Holacanthus semicirculatus CV.
49. Scomber loo CV.
50. Carangus hippos Blkr = Caranx sexfasciatus QG. = Caranx Forsteri CV. = Caranx Lessonii CV.
51. " melampygus Blkr = Caranx melampygus CV.
52. Leiognathus fasciatus Blkr = Equula filigera CV.
53. Rhombotides lineatus Blkr = Acanthurus lineatus Lac.
54. " nummifer Blkr = Acanthurus bariene Less. = Acanthurus nummifer CV.
55. Naseus brachycentron CV.
56. " unicornis Günth. = Naseus fronticornis Comm.
57. Mugil waigiensis QG.
58. Atherina cylindrica CV. = Atherina vaigiensis QG. part.
59. " lacunosa Forsk = Atherina vaigiensis QG. part.
60. Corystion orientale Blkr = Dactylopterus orientalis CV.
61. Platycephalus isacanthus CV.
62. Periophthalmus argentilineatus Val.

63. Periophthalmus Koelreuteri Val. = Periophthalmus kalolo Less.
64. Culius fuscus Blkr. = Eleotris niger QG.
65. Plotosus arab Blkr = Plotoseus ikapor Less.
66. Saurida tumbil Val.
67. Muraena maculata Ham. Buch. = Anguilla marmorata QG.
68. Muraenesox bagio Pet. = Ophisurus rostratus QG.
69. Gymnothorax caninus Blkr = Muraena canina QG.
70. 〃 marmoratus Blkr = Muraena marmorata QG.

Les poissons, trouvés à Waigiou par feu M.- BERNSTEIN appartiennent à 93 espèces, et, ce qui est assez remarquable, de ces espèces 9 seulement se retrouvent sur la liste précédente, savoir: Balistes (Balistapus) verrucosus, Lutjanus bengalensis, Lutjanus lineatus, Parupeneus indicus, Scomber loo, Carangus hippos, Mugil waigiensis, Periophthalmus argentilineatus et Plotosus arab. — Du reste ces espèces, à l'exception seulement des Leiodon patoca, Leioglossus carangoides, Trichidion indicum et Crossorhinus dasypogon, dont le dernier ne figurait pas jusqu'ici parmi les espèces indo-archipélagiques et que je viens de retrouver parmi des poissons envoyés des îles Arou, étaient déjà connues des Moluques.

Voici l'énumération des poissons envoyés par BERNSTEIN.

1. Crossorhinus dasypogon Blkr, n. spec.
2. Rhinobatus armatus MH.
3. Balistes (Balistapus) lineatus Kp.
4. 〃 (〃) verrucosus Blkr.
5. 〃 (Pseudobalistes) flavomarginatus Blkr.
6. Monacanthus tomentosus Cuv.
7. Crayracion nigropunctatus Blkr.
8. Leiodon patoca Blkr.
9. Antennarius marmoratus Günth.
10. Gastrotokeus biaculeatus Heck.
11. Centriscus scutatus L. = Acentrachme scutata Gill.
12. Amphisile strigata Günth.
13. Solea heterorhinus Günth.
14. Achirus Thepassi Blkr.
15. Pseudorhombus polyspilus Blkr.

16. Cheilinus fasciatus CV.
17. Julis dorsalis QG.
18. Cheilio inermis Rich.
19. Premnas biaculeatus Blkr.
20. Prochilus percula Blkr.
21. Tetradrachmum arcuatum Blkr.
22. Glyphidodon antjerius K. v. H.
23. Cichlops Hellmuthi Blkr.
24. 〃 spilopterus Blkr.
25. Plesiops nigricans Günth.
26. Pseudochromis fuscus M. Tr.
27. Diapterus abbreviatus Blkr.
28. 〃 filamentosus Blkr.
29. 〃 macrosoma Blkr.
30. Epinephelus alboguttatus Blkr.
31. 〃 horridus Blkr.
32. 〃 Gilberti Blkr = Epinephelus pardalis Blkr.
33. Lutjanus amboinensis Blkr.
34. 〃 bengalensis Blkr.
35. 〃 coeruleopunctatus Blkr.
36. 〃 lineatus Blkr = Mesoprion striatus Blkr ol.
37. Macolor typus Blkr.
38. Lethrinus harak CV.
39. Dentex nemurus Blkr = Synagris nemurus Günth.
40. Plectorhynchus crassispina Blkr.
41. Lobotes auctorum Günth. = Lobotes erate CV.
42. Pristipoma hasta CV.
43. 〃 maculatum Günth.
44. Amblycirrhites Forsteri Blkr = Cirrhites Forsteri Günth.
45. Scorpaena bandanensis Blkr = Scorpaena aplodactylus Blkr.
46. Scorpaenopsis diabolus Blkr.
47. Upeneus sulphureus CV.
48. 〃 tragula Rich.
49. Parupeneus indicus Blkr.
50. Harpochirus punctatus Cant.
51. Platax arthriticus CV. = Platax batavianus CV.
52. 〃 vespertilio Cuv.
53. Zanclus cornutus CV.

54. Tetragonopterus oligacanthus Blkr.
55. " Rafflesi Blkr.
56. " vittatus Blkr.
57. Holacanthus nicobariensis CV.
58. " xanthometopon Blkr.
59. Sphyraena obtusata CV.
60. Scomber loo CV.
61. Enchelyopus haumela Blkr.
62. Scomberoides Commersonianus Lac.
63. Carangus hippos Blkr.
64. Leioglossus carangoides Blkr.
65. Gnathanodon speciosus Blkr.
66. Citula gallus Blkr.
67. Lactarius delicatulus CV.
68. Gazza equulaeformis Rüpp.
69. Teuthis vermiculata Günth.
70. Rhombotides matoides Blkr.
71. Mugil coeruleomaculatus Lac.
72. " waigiensis QG.
73. Trichidion indicum Blkr.
74. " kuru Blkr.
75. Aulostoma chinense Lac.
76. Gobius ornatus Rüpp = Gobius interstinctus Rich.
77. Eleotris Hoedti Blkr.
78. Valenciennesia Hasselti Blkr = Eleotriodes Hasseltii Blkr.
79. Periophthalmus argentilineatus Val.
80. " Schlosseri Val.
81. Fierasfer gracilis Blkr.
82. Plotosus arab Blkr.
83. Conorhynchus glossodon Blkr = Albula glossodonta Rüpp.
84. Mastacembelus annulatus Blkr = Mast. choram Blkr.
85. Chirocentrus dorab Val.
86. Dussumieria elopoides Blkr.
87. Harengula (Spratella) kowala Blkr.
88. " (Paralosa) Valenciennesi Blkr = Har. melanurus Blkr.
89. Gymnothorax ceramensis Blkr.
90. " micropoecilus Blkr.

91. Gymnothorax polyuranodon Blkr.
92. Echidna zebra Blkr.,
93. Gymnomuraena micropterus Blkr.

Des énumérations précédentes il résulte, que le nombre des espèces de poissons actuellement connues de Waigiou, monte à 154, chiffre qui ne représente probablement qu'un septième ou huitième des espèces que des recherches ultérieures peuvent faire connaître de ces parages.

La Haye, Octobre 1867.

---

minus ½ capitis longitudinis post aperturam branchialem incipiente, corpore plus duplo humiliore, postice non emarginata, dimidia rictus longitudine circiter ante apicem caudae desinente; pinnis pectoralibus obtusis rotundatis 10 ad 11 in longitudine capitis; anali antice in 5ª nona corporis parte incipiente dorsali non humiliore postice non emarginata radiis posticis radiis dorsalibus posticis opposita; colore corpore superne pulchre olivaceo, inferne margaritaceo; capite superne aureo-viridi; iride aurea; occipite antice punctis confertis flavis in seriem transversam dispositis; poris capite superne sat numerosis et poris linea laterali nigro cinctis; pinnis flavescentibus, dorsali dimidio inferiore fusco arenata.

B. 16 ad 18. D. 207 circ. P. 10. A. 140 circ.

Hab. Sangir, in mari.

Longitudo speciminis descripti 572.‴

Rem L'espèce actuelle n'était connue jusqu'ici que de l'île d'Otaiti. J'en ai publié une figure dans le 4e Volume de l'Atlas ichthyologique des Indes Néerlandaises, figure prise sur un individu d'origine inconnue et moins agé que celui des îles Sangir. Ce dernier individu montre très-distinctement les points noirs des pores de la ligne latérale et du dessus de la tête ainsi que la rangée de points jaunes traversant l'occiput.

L'estomac de cet individu contenait un individu de Cheilio inermis Rich. d'une longueur d'environ 300‴ et dont la tête, avalée le premier, se trouvait encore en bon état tandis que le tronc n'était presque plus reconnaissable.

La Haye, Octobr. 1867.

DEUXIEME NOTICE

SUR LA

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DES ÎLES

AROU.

PAR

P. BLEEKER.

Il y a déjà quatre aus que je publiai une première notice sur la faune ichthyologique des îles Arou (Versl. Meded. Kon. Akad. v. Wetensch. Afd. Natuurk. Tom. XVI et Ned. Tijdschr. Dierk. Tom. II), dans laquelle j'énumérai 47 espèces de poissons habitant les côtes de ces îles et faisant partie du Musée de Leide.

Depuis, M.- C. B. H. VON ROSENBERG, dans un ouvrage intitulé: Reis naar de Zuidooster-eilanden gedaan in 1865", a publié une liste de plus de 250 espèces de poissons, qui y sont dites habiter les eaux des îles Arou, mais, bien qu'il soit probable qu'en effet les espèces que M.- VON ROSENBERG énumère, font partie de la faune de ces îles, puisqu'on les retrouve dans les mers de Banda, de Céram et d'Amboine, l'énumération de M.- VON ROSENBERG n'est à considérer que comme d'une valeur plus que douteuse, vu que l'auteur n'a pas eu sous la main les moyens pour déterminer les espèces qu'il a vues. Sa liste n'est qu'un document de probabilité et non pas de science positive, et elle est donc à considérer comme non avenue.

Dans les derniers temps le Musée de Leide a reçu de nouveau quelques poissons des îles Arou, qu'il doit à la générosité de M.- HOEDT. Cette petite collection se compose des espèces suivantes.

1. Carcharinus (Prionace) amboinensis Blkr.
2. Crossorhinus dasypogon Blkr.
3. Tetraodon argenteus Lac.
4. Pentapus nemurus Blkr.
5. Echeneis neucrates L.
6. Saurus myops CV.
7. Saurida nebulosa Val.

Aucune de ces espèces n'était connue des îles Arou. Elles font donc monter à 44 le nombre des espèces actuellement à inscrire dans la faune de ces îles. Une des espèces, le Crossorhinus dasypogon, se distingue des espèces connues de Crossorhinus, le barbatus et le tentaculatus, par les nombreux appendices digités de la lèvre inférieure. J'en ai donné une description détaillée, ainsi que la figure, dans les Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles.

La Haye, Octobre 1867.

DESCRIPTION

DE

TROIS ESPÈCES INÉDITES DE CHROMIDOÏDES

DE

MADAGASCAR.

PAR

P. BLEEKER.

PARATILAPIA Blkr.

Corpus oblongum compressum squamis magnis ctenoideis (29 vel 30 in serie longitudinali) vestitum, squamis operculo quadriseriatis, genis sexseriatis, interoperculo bi- ad triseriatis. Dentes maxillis conici acuti curvati tri- ad quadriseriati, serie externa ceteris multo fortiores. Nares utroque latere simplices. Praeoperculum edentulum. Processus arcus branchialis externi ossei oblongi distantes serrati. Os pharyngeale inferius triangulare linea media sutura debili simplex, margine posteriore concavum. Dentes pharyngeales compressi apice conici infra apicem emarginati. Linea lateralis interrupta tubulis simplicibus notata. Pinnae dorsalis et analis alepidotae, dorsalis spinis 12, analis spinis 3. B. 5.

Rem. Le genre Paratilapia est le plus voisin du genre Hemichromis Pet. mais il s'en distingue essentiellement tant par son écaillure cténoïde que par la pluralité des rangées de dents aux deux mâchoires. A ces différences s'ajoutent encore celles des rangées en plus grand nombre des écailles des joues et de l'interopercule, tandis que le nombre des épines dorsales, de 13 ou 14 dans l'Hemichromis, n'est que de 12 dans le

genre actuel. Le Paratilapia forme comme une transition au genre Acara d'après la définition de ce type Heckélien par M.- GÜNTHER et il ne se distingue guère de ce type que par la forme allongée et par les dentelures des appendices osseux de l'arc branchial externe ainsi que par le nombre des épines de la dorsale qui, dans les Acara, ne semble pas descendre au dessous de 13.

Paratilapia Polleni Blkr.

Paratilap. corpore oblongo compresso, altitudine 3 et paulo ad 3 fere in ejus longitudine, latitudine $2\frac{1}{5}$ ad $2\frac{1}{2}$ in ejus altitudine; capite acutiusculo $3\frac{1}{5}$ ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 1 et paulo-, latitudine capitis 2 ad 2 et paulo in ejus longitudine; oculis diametro $3\frac{1}{2}$ ad 4 in longitudine capitis, diametro 1 et paulo ad $1\frac{1}{4}$ distantibus; linea rostro-frontali declivi concaviuscula vel concava; naribus conspicuis rotundis patulis; rostro acuto, alepidoto, oculo paulo ad non breviore; osse suborbitali parte humillima oculi diametro duplo circiter humiliore; maxillis, inferiore elevata paulo prominente, superiore valde protractili sub oculi dimidio anteriore desinente, $2\frac{3}{5}$ ad $2\frac{2}{3}$ in longitudine capitis; dentibus maxillis conicis acutis apice non fuscatis, maxilla superiore serie externa utroque latere 10 ad 15, maxilla inferiore serie externa utroque latere 10 ad 13 anterioribus ceteris majoribus; dentibus seriebus internis utraque maxilla sat numerosis; labiis carnosis, inferiore sulco longitudinali mediano duplicato; maxilla inferiore antice inferne poris conspicuis nullis; squamis genis sexseriatis; limbo praeoperculari insuper squamis uniseriatis; praeperculo obtuse rotundato; squamis operculo quadriseriatis, interoperculo bi- ad triseriatis; dentibus pharyngealibus compressis curvatis infra apicem conicum emarginatis, osse pharyngeali inferiore serie posteriore ceteris longioribus subaequalibus; squamis capite, dorso antice ventreque cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis lateribus 29 vel 30 in serie longitudinali absque squamis basi pinnae caudalis, 4 in serie transversali lineam lateralem inter et pinnam dorsalem spinosam; squamis linea laterali medio postice leviter emarginatis;

linea laterali singulis squamis tubulo simplice notata, sub radio dorsali 2° vel 3° abrupta, parte ejus caudali post finem vel sub fine partis superioris incipiente; pinnis dorsali et anali basi alepidotis, dorsali spinis mediocribus postrorsum longitudine accrescentibus posteriore ceteris longiore $2\frac{1}{2}$ ad 3 in altitudine corporis, membrana inter singulas spinas incisa lobata; dorsali radiosa dorsali spinosa multo altiore acuta, radiis 4° et 5° radiis ceteris longioribus; pinnis pectoralibus obtusiuscule rotundatis $5\frac{1}{3}$ ad $5\frac{2}{3}$-, ventralibus acutis radio 1° in filum breve producto 5 ad $4\frac{1}{4}$-, caudali convexa angulis obtusa $4\frac{1}{3}$ ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis; anali spinis mediocribus postica radiis mediis duplo vel plus duplo breviore, parte radiosa dorsali radiosa humiliore acuta radiis 4° et 5° radiis ceteris longioribus; colore corpore nigricante-violaceo, ventre ditre dilutiore; iride viridi margine orbitali nigricante; squamis capite corporeque plurimis vulgo guttula vel macula parva irregulari nitente coerulea; pinnis imparibus nigricante-violaceis vel fusco-violaceis membrana inter singulas spinas radiosque guttulis pluribus pulchre coeruleis, dorsali radiosa basi antice macula oblonga nigra; pinnis pectoralibus radiis profunde violaceis membrana violaceo-hyalinis, basi macula nigricante-violacea; ventralibus violascente-fuscis guttulis vulgo sparsis coeruleis.

B. 5. D. 12/11 vel 12/12. P. 2/13 vel 2/14. V. 1/5. A. 3/9 vel 3/10. C. 1/16/1 et lat. brev.

Hab. Ambassuana, Madagascar septentrionalis, in fluviis.

Longitudo 8 speciminum 118‴ ad 160‴.

Tilapia oliyacanthus Blkr.

Tilap. corpore oblongo compresso, altitudine 3 circiter in ejus longitudine, latitudine $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{3}{5}$ in ejus altitudine; capite acutiusculo $3\frac{3}{4}$ ad 4 in longitudine corporis acque alto circiter ac longo; oculis diametro 3 circiter in longitudine capitis, diametro $\frac{5}{6}$ ad 1 fere distantibus; linea rostro-frontali declivi rectiuscula; linea interoculari concaviuscula; naribus conspicuis rotundis patulis; rostro acuto non convexo absque maxilla oculo sat multo breviore; osse suborbitali parte humillima oculi diametro duplo fere humiliore;

media sutura solida simplex. Dentes pharyngeales ex parte apice conici ex parte apice obtusi concavi. Linea lateralis tubulis simplicibus notata lateribus caudaque conspicua. Pinnae dorsalis et analis basi vagina squamosa inclusae, dorsalis spinis 18 vel 19, analis spinis 9. Processus arcus branchialis externi cornei conici breves. B. 5.

Rem. Au commencement de 1862 j'ai publié *) un genre sous le nom de Pseudetroplus sur l'espèce que CUVIER a décrite sous le nom d'Etroplus coruchi. Je croyai cette espèce génériquement distincte de l'espèce type d'Etroplus, l'Etroplus suratensis (Etroplus meleagris Cuv.) dont l'armure de la bouche, à en juger d'après la description de CUVIER, me parut être formée par des dents plates tronquées et tranchantes disposées sur une simple rangée. Le coruchi présentant des dents bisériales et tricuspides aux deux mâchoires, il me fallait bien y voir un type distinct. Or, depuis il a été bien constaté par M.- DAY †) que le suratensis présente une dentition analogue (teeth in two rows in each jaw, compressed and sharp in the centre, with a small lobe on each side) à celle du coruchi et c'est donc à juste titre que M.- GÜNTHER n'a point adopté le genre Pseudetroplus. La définition du genre Etroplus, donnée par M.- GÜNTHER devra cependant être modifiée en ce sens que l'expression: „teeth... in one or two series" soit lue „teeth... in two series" tandis que l'expression „Dorsal fin not scaly" n'est pas non plus fort heureuse, puisqu'on pourrait dire avec autant de droit que la dorsale est fortement écailleuse, vu la large gaîne squammeuse qui entoure sa base.

L'observation que je viens de faire est nécessaire pour mieux faire saisir le caractère générique principal du type nouveau, pour lequel je propose le nom de Paretroplus et qui vient d'être découvert dans les eaux douces de Nossibé par les intrépides voyageurs néerlandais MM.- POLLEN et VAN DAM. Ce type se distingue surtout du genre Etroplus par ses dents intermaxillaires et inframaxillaires coniques obtuses, distantes, peu nombreuses, inégales et disposées sur une simple rangée. La bouche y est fort

*) Notices ichthyologiques. Versl. en Meded. Kon. Akad. v. Wetensch. Afd. Natuurk. Vol. XIV.

†) The Fishes of Malabar, p. 161.

petite et les épines anales, au nombre de 12 on 13 dans les Etroplus, ne sont qu'au nombre de 9 dans le genre actuel.

Paretroplus Damii Blkr.

Paretropl. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{2}{5}$ ad $2\frac{3}{4}$ in ejus longitudine, latitudine 3 circiter in ejus altitudine; capite acutiusculo 4 ad 4 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis 1 circiter in ejus longitudine; oculis diametro 3 fere ad 3 in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; linea rostro-frontali declivi rectiuscula, ante oculos leviter concava; linea interoculari rectiuscula; naribus conspicuis rotundis patulis; rostro acuto alepidoto cum maxilla superiore oculo non breviore; osse suborbitali parte humillima oculo sat multo humiliore; maxillis aequalibus parvis superiore ante oculum desinente 4 circiter in longitudine capitis; dentibus maxillis conicis obtusis integris, intermaxillaribus utroque latere 4 vel 5 postrorsum longitudine decrescentibus, inframaxillaribus utroque latere 6 inaequalibus symphysiali sequente minore; labiis carnosis; maxilla inferiore antice inferne poris conspicuis nullis; squamis capite corporeque granulosis cycloideis; squamis genis quadriseriatis, limbum praeoperculi non tegentibus; praeoperculo obtusangulo angulo rotundato; operculo squamis quadri- vel quinqueseriatis; interoperculo squamis uni- ad biseriatis; dentibus pharyngealibus seriebus externis compressiusculis apice conicis infra apicem leviter emarginatis, seriebus internis pharyngealibusque inferioribus seriebus posterioribus mediis corona obtusa facie masticatoria concava; squamis lateribus 39 circiter in serie longitudinali absque squamis basi pinnae caudalis, 19 vel 20 in serie transversali quarum 5 vel $5\frac{1}{2}$ lineam lateralem inter et pinnam dorsalem spinosam; squamis ventralibus parvis 25 circiter in serie longitudinali aperturam branchialem inter et basin ventralium; squamis linea laterali postice non emarginatis; linea laterali singulis squamis tubulo simplice notata sub radiis dorsalibus anterioribus abrupta, parte ejus caudali vix post partem anteriorem incipiente; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa sat elevata inclusis; dorsali spinosa spinis mediocribus posterioribus longitudine subaequalibus 3 ad

$8\frac{1}{2}$ in altitudine corporis membrana inter singulas spinas leviter incisa lobata; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore obtusangula radiis 4°, 5° et 6° radiis ceteris longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis 5 fere ad 5-, ventralibus acutis $5\frac{2}{3}$ ad 6-, caudali extensa postice leviter emarginata angulis acutiuscula 4 circiter in longitudine corporis; anali parte spinosa parte radiosa longiore spinis validis postorsum longitudine accrescentibus spinis dorsalibus fortioribus sed vix longioribus, parte radiosa parte spinosa altiore obtusa rotundata radiis mediis radiis ceteris longioribus; colore corpore superne pulchre olivaceo olivascente-fusco diffuse nebulato, inferne olivascente-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; axilla superne macula magna nigricante-violacea; pinnis pectoralibus aurantiacis, ceteris aurantiacis membrana fusco vel violaceo arenatis.

B. 5. D. 19/13 vel 19/14 vel 18/14 vel 18/15. P. 2/15. V. 1/5. A. 9/11 vel 9/12. C. 1/14/1 et lat. brev.

Hab. Nossibe (Lacus Pambilao).

Longitudo 2 speciminum 80‴ et 95‴.

La Haye, Novembre 1866.

DE

GESCHIEDENIS DER CHLOROPHYLLBANDEN

BIJ

SPIROGYRA LINEATA,

EENE NIEUWE SOORT VAN DIT ALGENGESLACHT UIT JAPAN.

DOOR

W. F. R. SURINGAR.

Onder de japansche wieren van het Rijksherbarium, mij door den Heer MIQUEL ter bewerking afgestaan, (zie diens *Prolusio florae Japanicæ* en *Annales Musei Bat. Lugd. Bat.*) was eene nieuwe *Spirogyra*, na verwant aan *Spirogyra orthospira* NAEGELI. Zij komt, ten opzigte van de afmetingen der cellen, ten naasten bij met deze overeen, en heeft ook met haar het eigenaardig kenmerk gemeen, dat de chlorophyllbanden, in plaats van spiralen, bijna regte strooken vormen, nauwelijks hellende op de lengteas der cel. Zij onderscheidt zich door veel donkerder kleur, door meer rigiditeit, en inzonderheid doordien de celwanden vrij digt *overlangs gestreept* zijn. Vandaar de soortsnaam *lineata*.

Zoekende naar den aard en het ontstaan van deze strepen, kwam ik tevens op het spoor van de ontwikkeling der chlorophyllbanden met welke deze strepen bleken genetisch zamen te hangen. De voorwerpen, die op papier gedroogd waren, namen, bij langzame opweeking, in zoodanige mate haren vorm terug, dat het mogelijk werd, althans in algemeene trekken en duidelijker dan men zulks van gedroogde voorwerpen verwachten zou, de ontwikkelingsgeschiedenis te leeren kennen.

Gelijk men weet, bestaat de draad der *Spirogyra's* uit eene

enkele rij van gelijksoortige cellen, die in de lengte aangroeit, vooreerst door eindelingschen groei, waarbij de topcel, telkens als zij eene zekere lengte bereikt heeft, in twee cellen wordt verdeeld, en voorts door voortgezetten groei en deeling van de cellen, welke aldus achtereenvolgens door deeling der topcel aan den draad zijn toegevoegd. Bijgevolg ontmoet men, van de topcel uitgaande, eerst cellen die door enkele deeling uit deze ontstaan zijn, vervolgens de zoodanige die aan een tweede, en, naarmate men zich verder van den top verwijdert, dezulken die aan verder voortgezetten groei en meermalen herhaalde celdeeling haar ontstaan te danken hebben. Men vindt dus tevens, langs dien weg, de verschillende phasen die elk nieuwgevormd element, bij dien voortgezetten groei en verdeeling, achtereenvolgens doorloopt, en uit de vergelijking van deze phasen blijkt de ontwikkelingsgeschiedenis.

De aldus bij onze *Spirogyra lineata* waargenomen phasen zijn de volgende. In de topcel, en evenzoo in eenige op haar volgende cellen, werden noch strepen noch regte chlorophyllbanden waargenomen, maar gewone spiraalvormige banden, doorgaans vijf in aantal, elk met omstreeks twee losse windingen (fig. 1.) Verderop waren diezelfde banden meer in de rigting der lengte-as uitgestrekt, eindelijks geheel regt. Op deze hoogte (fig. 2). begon tevens het chlorophyll bleeker te worden, en was, een paar cellen verder, geheel verdwenen. Alleen het grijze plasma der banden was overgebleven, en dit had zich geplitst in draden, die, aanvankelijk nog de scheiding der banden vertoonende, weldra over de binnenvlakte van den celwand gelijkmatig waren uitgebreid. Het bleek, dat deze draden, uit de ontbinding van het plasma der chlorophyllbanden ontstaan, aan de cellen van deze *Spirogyra*, van hier af, het zoo eigenaardig overlangs gestreepte voorkomen verleenen.

Den draad verder vervolgende, kwam weldra nieuw chlorophyll voor den dag, eerst (fig. 3) als opzichzelfstaande bleekgroene vlekjes, waarschijnlijk jonge, bij opweeking niet volkomen gerestaureerde chlorophyllblaasjes, vervolgens (fig. 4) in den vorm van smalle, doch allezins duidelijke banden, elk met eene rij scherp begrensde blaasjes. Deze banden waren regt, en in de rigting van de lengte-as der cellen uitgestrekt, dus even-

wijdig aan de gelijktijdig duidelijk zigtbare overlangsche strepen. Nog een klein eindweegs verder, en deze oorspronkelijk regte enkelvoudige chlorophyllbanden beginnen eene merkwaardige vertakking te vertoonen, terwijl het aantal blaasjes toeneemt (fig. 5); die takken groeijen namelijk uit tot een soort guirlandes, om ten slotte een geheel voort te brengen, zeer nabij- gelijkende op spiraalbanden als die welke in de topcellen van den draad worden gezien (fig. 6). Wij zullen ze secundaire spiralen noemen, ter onderscheiding van die eerste of primaire, welke op geheel andere wijze ontstaan, en waarvan de overblijfsels zich ook hier, ofschoon flaauwer, nog steeds in den vorm der overlangsche strepen vertoonen.

In de verder gelegen cellen van den draad waren de laatstelijk gevormde, secundaire chlorophyllbanden op nieuw in de rigting der lengte-as uitgestrekt. Zij hadden zich daarbij vereenigd tot drie breedere strooken (fig. 7) die, in elke cel op zichzelve beschouwd, zich genoegzaam regt en in overlangsche rigting uitgestrekt vertoonen. Eerst dan wanneer men ze in eene geheele reeks van cellen gelijktijdig overziet (fig. A. 7) verraden zij een zacht spiraalvormigen loop. Het is deze toestand, die in eene hoeveelheid draden, zonder bepaalde keuze der deelen in het gezigtsveld van het miskroskoop gebragt, het meest algemeen vertegenwoordigd wordt gevonden. Van hier af gerekend vertoonden dan ook de enkele draden, die van haar top af naar achteren toe werden gevolgd, geene zoo in het oogloopende verscheidenheden meer, als tusschen den top en dit gedeelte werden waargenomen. Alleenlijk moet worden opgemerkt, dat de strepen, die van lieverlede flauwer waren geworden, verderop weêr duidelijker werden gezien, en dat nog vóór het uiteinde, waar de draad ten slotte afgebroken bleek te zijn of om andere redenen niet verder kon worden nagegaan, eene streek gevonden werd (fig. 8), waar, tusschen de banden met scherp begrensde en naar het uiterlijk te oordeelen oudere chlorophyllblaasjes, van diezelfde onvolkomen gerestaureerde, jonge chlorophyllblaasjes en guirlandevormige vertakkingen werden gezien, als waarvan bij het eerste optreden der secundaire chlorophyllbanden sprake was. Diezelfde streek werd ook bij andere draden, die niet geheel van den top af gevolgd werden, in afwisseling met de hiervoor beschrevene,

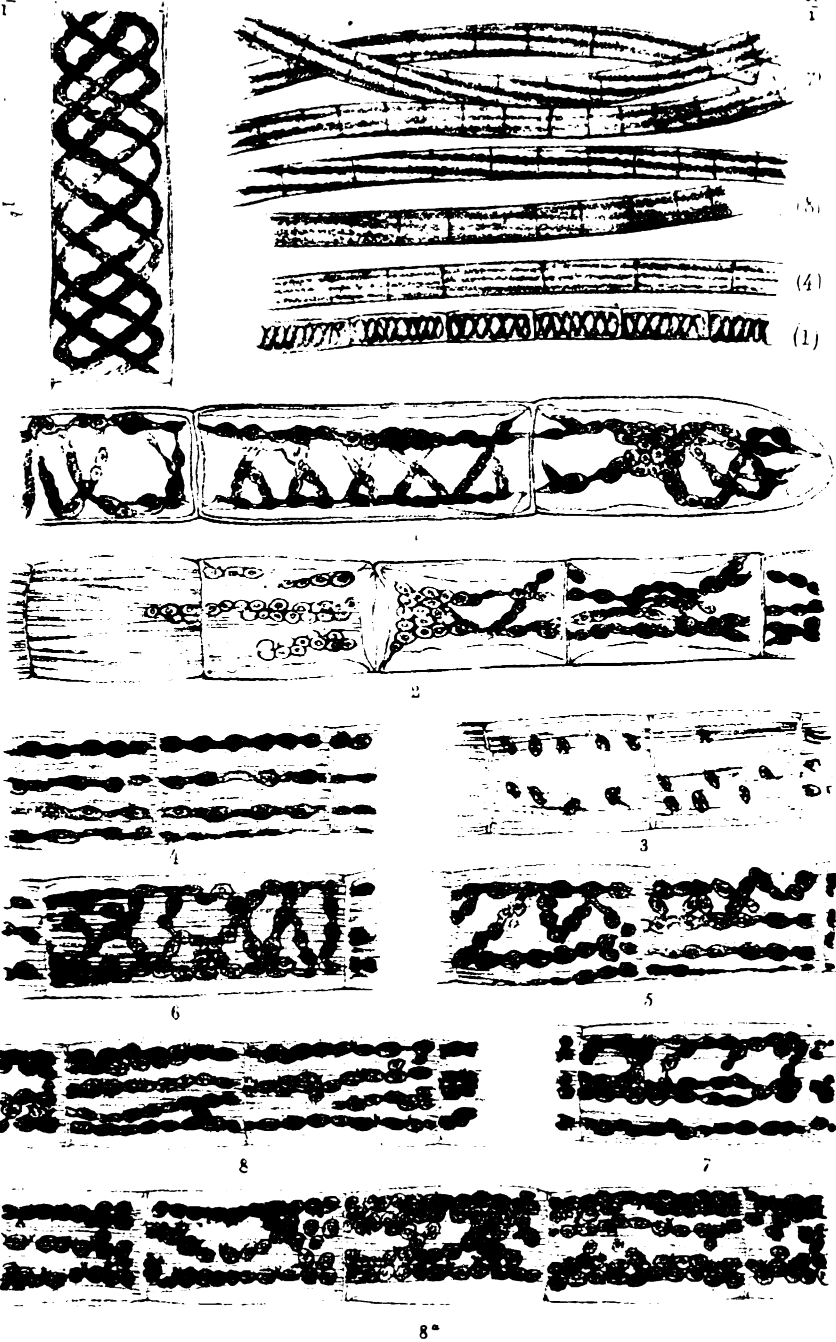
VERKLARING DER PLAAT.

A. Draden van *Spirogyra lineata*, met geringe vergrooting.

1—8. Stukken van eenzelfden draad van deze soort, van den top af naar het achtereinde gevolgd, en de verschillende toestanden voorstellende, welke in diezelfde volgorde werden waargenomen, sterker vergroot.

1ᵃ. Cel met duidelijk gerestaureerde primaire spiraalbanden, uit een anderen draad.

8ᵃ. Toestand als in 8, ontleend aan een anderen draad.


215
1
A
60
1
(4)
(1)
2
4
3
6
5
8
7
8a

EENIGE OPMERKINGEN

OVER DE

BEWEGING VAN KOMETEN.

DOOR

Dr. H. VAN BLANKEN.

MEDEGEDEELD DOOR DEN HEER

R. VAN REES,

in de Vergadering van 30 Nov. 1867.

Het gebeurt meermalen, dat men wenscht te weten, hoe ver eene komeet, langen tijd na hare verschijning, van de zon verwijderd is. Ter beantwoording van die vraag bepaalt men gewoonlijk, terwijl men de loopbaan als eene parabool beschouwt, eerst de gemiddelde beweging, vervolgens, met behulp van de Berkeleysche tafel, de ware anomalie en dan eindelijk den afstand der komeet. Die handelwijze is, ter beantwoording eener vraag welke meestal zonder eenig wetenschappelijk doel gedaan wordt, veel te langwijlig. Dit bewoog mij voor eenigen tijd, eene geschikte formule ter spoedige berekening van den afstand, in het onderstelde geval, op te sporen. Daarbij bemerkte ik eene overeenstemming tusschen de bewegingen der kometen, welke misschien de vermelding niet geheel onwaardig is.

Laat eene komeet, eene parabolische baan doorloopende, in haar perihelium een zons-afstand a hebben, dan zal, zooals genoegzaam bekend is, als men den zons-afstand der aarde als lengte-eenheid en het jaar tot tijds-eenheid aanneemt, de vlakteruimte, welke de voerstraal in den tijd van t jaren na den doorgang der komeet door haar perihelium beschrijft, $= t\,\pi \sqrt{2\,a}$ zijn.

Stelt men den voerstraal $= r$ en de anomalie $= u$, dan is $r = \dfrac{a}{Cos.^2\,\frac{1}{2}u} = a\,(1 + tg^2\,\frac{1}{2}u)$. Voorts is, als men de

vlakte-ruimte door den voerstraal beschreven $= I$ stelt, $dI =$
$\frac{1}{2} r^2\, du = \frac{\frac{1}{2} a^2\, du}{Cos^4 \frac{1}{2} u} = a^2(1 + tg^2 \frac{1}{2} u)\; d.tg\, \frac{1}{2} u$, en bijgevolg

$$I = a^2(tg\, \tfrac{1}{2} u + \tfrac{1}{3}\, tg^3\, \tfrac{1}{2} u) = t\, \pi \sqrt{2a}.$$

Stelt men in deze vergelijking voor $tg\, \frac{1}{2} u$ de waarde $\left(\frac{r-a}{a}\right)^{\frac{1}{2}}$,
dan verkrijgt men $r\left(1 + \frac{3a}{r} - \frac{4a^3}{r^3}\right)^{\frac{1}{3}} = (18\pi^2)^{\frac{1}{3}}.\; t^{\frac{2}{3}}$.

Hieruit vindt men verder, zoo men den standvastigen factor $(18\,\pi^2)^{\frac{1}{3}} = 5{,}6216 = A$ stelt, en het eerste lid tot eene reeks herleidt:

$$r = At^{\frac{2}{3}} - a + \frac{a^2}{r} - \frac{1}{3}\frac{a^3}{r^2} + \ldots$$

De term $At^{\frac{2}{3}}$, welke in deze vergelijking voorkomt, heeft eene zeer bijzondere beteekenis. Wanneer een ligchaam uit het middelpunt van aantrekking wierd opgeworpen met zulk eene aanvankelijke snelheid, dat het op den afstand a nog eene snelheid had gelijk aan die der komeet in haar perihelium, dan stelt $At^{\frac{2}{3}}$ de ruimte voor, welke het opgeworpen ligchaam in de eerste t jaren zoude doorloopen.

Daar bij alle waargenomen kometen de waarde van a tusschen 0 en 2 ligt, kan men na verloop van een klein aantal jaren de termen, die $\frac{a}{r}$ tot factor hebben, verwaarloozen, en derhalve r berekenen door de formule $r = At^{\frac{2}{3}} - a$.

Neemt men bijv. $t = \pm\, 1000$, dan vindt men, dat duizend jaren vóór of na den doorgang door het perihelium de afstand zal zijn $r = 562.16 - a$.

Laat nu n jaren na den doorgang van deze komeet eene andere komeet op eenen afstand a_1 in haar perihelium komen, en t jaren na den doorgang der eerste komeet eenen afstand r_1 verkregen hebben, dan is

$$r_1 = A\,(t-n)^{\frac{2}{3}} - a_1 + \frac{a_1^{\,2}}{r_1} - \frac{1}{3}\frac{a_1^{\,3}}{r_1^{\,2}} + \ldots$$

Hieruit volgt, zoo men $(t-n)^{\frac{2}{3}} = t^{\frac{2}{3}} \left(1 - \frac{n}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$ herleidt en de hoogere magten van $\frac{n}{t}$ verwaarloost,

$$r - r_1 = \frac{2\,An}{3\,t^{\frac{1}{3}}} + a_1 - a + \frac{a^2}{r} - \frac{a_1^2}{r_1} + \ldots$$

Neemt men nu aan, dat $a < a_1$ is, dan blijkt uit deze vergelijking, dat de eerste komeet een groot aantal jaren vóór haren doorgang verder van de zon is geweest dan de tweede, en een groot aantal jaren na haren doorgang wederom verder van de zon zal zijn, terwijl zij tijdens haren doorgang blijkbaar een kleineren afstand heeft. Hieruit volgt in het algemeen:

Wanneer twee kometen in parabolische banen om de zon bewegen, dan zijn er altijd twee tijdpunten, waarop zij gelijken afstand van de zon hebben.

Als n eene zeer groote positive waarde heeft, vallen beide tijdpunten vóór den doorgang der tweede komeet. Bij vermindering van n naderen zij beide tot dien doorgang, totdat voor eene waarde van $n = \frac{2\,a + a_1}{6\,\pi} \sqrt{2\,(a_1 - a)}$ het tweede tijdpunt valt op het oogenblik, dat de tweede komeet in haar perihelium komt. Laat men n nog meer verminderen, dan komt het tweede tijdpunt na den doorgang der tweede komeet. Wordt $n = 0$, dan gaan de kometen gelijktijdig door hare perihelia en de tijdpunten van gelijke afstanden zijn evenveel tijd vóór als na den doorgang. De tijd t, in welken de gelijke afstanden plaats hebben, is alsdan

$$t = \pm \frac{1}{3\,\pi} \sqrt{\left\{ 2\,aa_1\,(a + a_1) + 4 \sqrt{\left(\frac{a^2 + aa_1 + a_1^2}{3}\right)^3} \right\}}$$

en de gelijke afstanden zijn

$$r = r_1 = 2 \sqrt{\frac{a^2 + aa_1 + a_1^2}{3}}.$$

Bij verdere vermindering van n zoude de volgorde der kometen veranderen; men kan echter de komeet die den kleinsten perihelium-afstand heeft, en van wier doorgang de tijd geteld

wordt, de eerste blijven noemen. De tijdpunten van gelijke afstanden blijven dan altijd het eene vóór en het andere na den doorgang der eerste komeet, maar het eerste tijdpunt van gelijke afstanden nadert voortdurend het oogenblik van den doorgang der tweede, totdat voor eene waarde van

$$n = -\frac{2a + a_1}{6\pi} \sqrt{2(a_1 - a)}$$

het eerste tijdpunt van gelijke afstanden valt op het oogenblik dat de tweede komeet in haar perihelium komt. Laat men n nog meer verminderen, dan komen beide tijdpunten van gelijke afstanden na den doorgang der tweede komeet.

Men neme tot een voorbeeld de kometen 1860 III en 1863 VI. De eerste ging door haar perihelium den 16den Junij 1860, ongeveer op eenen afstand $a = 0.293$, en de tweede den 29sten Dec. 1863, op eenen afstand $a_1 = 1.313$; men heeft dus nagenoeg $n = 3.54$.

Neemt men nu aan, dat deze kometen in parabolen bewegen, en dat de loopbanen geen storing ondergaan hebben, dan vindt men gemakkelijk, dat 2195 jaar vóór dat komeet 1860 III door haar perihelium ging, en dus 2198.54 jaar vóór den doorgang van komeet 1863 VI, beide kometen eenen afstand $r = r_1 = 949.2$ hebben gehad, en dat 1.64 jaar na den doorgang van komeet 1860 III, en dus 1.9 jaar vóór den doorgang van komeet 1863 VI, beide kometen eenen afstand $r = r_1 = 7.53$ hadden.

Ware komeet 1863 VI slechts 0.1439 jaar na komeet 1860 III in haar perihelium gekomen, dan zouden beide kometen op dat tijdpunt eenen afstand $r = r_1 = 1.313$ van de zon gehad hebben.

Ware eindelijk komeet 1863 VI gelijktijdig met komeet 1860 III in haar perihelium gekomen, dan zoude voor beide kometen 0.20515 jaar vóór of na den doorgang de zons-afstand $r = r_1 = 1.7106$ geweest zijn.

Wanneer de parabolische loopbanen van twee kometen, wier kortste afstanden van de zon a en a_1 zijn, in hetzelfde vlak zijn gelegen, en de perihelia uit de zon gezien in juist tegengestelde rigtingen zich bevinden, dan zullen de loopbanen elk-

ander regthoekig snijden, en de voerstraal van elk snijpunt is $= a + a_1$. Neemt men nu aan, dat de kometen gelijktijdig door hare perihelia gaan, en na de tijden t en t_1 in het snijpunt der banen komen, dan zal men hebben:

$$t = \frac{3a+a_1}{6\pi}\sqrt{2a_1},\ t_1 = \frac{3a_1+a}{6\pi}\sqrt{2a} \text{ en } t^2 - t_1^2 = \frac{(a_1-a)^3}{18\pi^2} = \left(\frac{a_1-a}{A}\right)^3$$

Is nu $a_1 > a$, dan is $t > t_1$; bijgevolg komt de komeet' wier perihelium-afstand het grootst is, het eerst in het snijpunt der loopbanen. Tot dat besluit komt men ook door de opmerking, dat men op het oogenblik als de afstanden van de zon even groot zijn, zal hebben $r = r_1 = 2\sqrt{\frac{a^2+aa_1+a_1^2}{3}} > a + a_1$. De kometen bereiken daarom eerst den gelijken afstand, nadat beide door het snijpunt der banen zijn gegaan. Vóór dat tijdpunt had de tweede komeet den grootsten afstand, en moet daarom ook het eerst in het snijpunt der banen geweest zijn.

Stelt men in het algemeen den afstand der eerste komeet tot den top van hare loopbaan $= z$, dan is

$$z^2 = r^2 + a^2 - 2ar\cos u = (r+a)^2 - 4ar\cos^2 \tfrac{1}{2}u = (r+a)^2 - 4a^2;$$

hieruit volgt

$$z = r + a - \frac{2a^2}{r+a} - \frac{2a^4}{(r+a)^3} - \ldots$$

Neemt men wederom bij de tweede komeet voor de gelijknamige grootheden dezelfde letters geaccentueerd, dan verkrijgt men:

$$z - z_1 = r - r_1 + a - a_1 - \frac{2a^2}{r+a} + \frac{2a_1^2}{r_1+a_1} - \ldots$$

Stelt men in deze vergelijking voor $r - r_1$ de boven gevonden waarde, dan verkrijgt men:

$$z - z_1 = \frac{2An}{3t^{\frac{1}{3}}} + \frac{a^2}{r} - \frac{2a^2}{r+a} - \frac{a_1^2}{r_1} + \frac{2a_1^2}{r_1+a_1} + \ldots$$

Uit deze vergelijking volgt in het algemeen:

Wanneer twee kometen in parabolische banen om de zon bewegen, en men op eenig tijdpunt den afstand neemt van de eerste komeet tot den top van hare loopbaan, en ook den afstand der tweede komeet tot den top van hare loopbaan, dan zal, zoo men het tijdpunt onophoudelijk verder verplaatst, het verschil dezer afstanden nul tot grenswaarde hebben. Dit is niet alleen waar, wanneer de kometen bijna gelijktijdig door hare perihelia gaan, maar ook nog wanneer de tweede komeet eeuwen lang na de eerste in haar perihelium komt, of eeuwen vóór de eerste in haar perihelium geweest is.

OVER
EENE BIJZONDERE EIGENSCHAP
VAN
EVENWIJDIGE KRACHTEN, WIER SOM *NUL* IS.

DOOR

J. BADON GHYBEN.

Voorgedragen in de Vergadering van 30 Nov. 1867.

Stellen wij dat eenige evenwijdige krachten op bepaalde aangrijpingspunten werken. Indien dan die krachten eene resultante hebben, hebben zij een middelpunt, dat door bekende formulen wordt aangewezen; om dat punt draait de resultante der krachten, wanneer men de krachten zelve, met behoud van hare evenwijdigheid, om de aangrijpingspunten laat draaijen. Indien echter de krachten in evenwigt zijn, of ook indien zij een enkel koppel opleveren, hebben zij geen resultante, en bijgevolg kan er ook geen middelpunt zijn; in die gevallen zullen dus de bekende formulen het ontbreken van een middelpunt moeten aanwijzen. Die aanwijzing wenschte ik van allen twijfel te ontheffen, en daardoor leerde ik eene eigenschap kennen, waarvan ik tot dus ver nergens melding gemaakt zag. Het is de navolgende:

„Wanneer bij een stelsel van evenwijdige krachten, die bepaalde aangrijpingspunten hebben, de som der krachten die in een en denzelfden zin werken, gelijk is aan de som der krachten van tegengestelden zin, zullen de krachten van het stelsel, als men ze, met behoud van hare evenwijdigheid om de aangrijpingspunten laat draaijen, *óf in al de rigtingen* die zij verkrijgen, evenwigt met elkander maken, *óf slechts in eene enkele bepaalde rigting* in evenwigt zijn. Is dus gebleken, dat het evenwigt van het stelsel bij *twee* verschillende

„ rigtingen bestaat, dan is men zeker, dat het bij *alle* rigtin-
„ gen bestaan zal. Is echter gebleken dat er bij eenige rigting
„ geen evenwigt bestaat, dan is men zeker dat er *één*, *maar*
„ *ook niet meer dan één*, rigting der krachten gevonden kan
„ worden, waarbij het stelsel in evenwigt is."

Om deze eigenschap te verklaren, verdeelen wij de krachten van het genoemde stelsel in twee groepen, zoodat elke groep slechts krachten van gelijken zin bevat, en voor elke groep afzonderlijk bepalen wij het middelpunt.

Indien dan deze middelpunten M en M' verschillend zijn, heeft de eene groep eene door M, de andere eene door M' gaande resultante; deze beide resultanten *R* zijn evenwijdig, van tegengestelden zin en volgens de onderstelling even groot. Laten wij nu al de krachten van het stelsel om hare aangrijpingspunten draaijen, dan draaijen ook de beide resultanten *R*, die altijd gelijk, evenwijdig en tegengesteld blijven, om de punten M en M'; maar bij die beweging zullen zij alleen in evenwigt komen, als zij volgens de vereenigingslijn MM' gerigt zijn; bijgevolg kunnen ook de krachten van het stelsel niet anders evenwigt maken, dan wanneer hare rigting evenwijdig met MM' loopt. In alle andere rigtingen blijven zij een koppel opleveren en zijn zij dus niet in evenwigt.

Indien echter de beide afzonderlijk bepaalde middelpunten M en M' in een enkel punt zamenvallen, zullen de resultanten *R*, bij het draaijen om dat enkele punt, en dus ook de krachten van het stelsel bij het draaijen om hare aangrijpingspunten, voortdurend in evenwigt blijven.

Hierdoor is de opgegevene eigenschap betoogd, zoodat ons slechts overblijft het verband te doen zien dat er bestaat, tusschen die eigenschap en de aanwijzing van het ontbrekende middelpunt door de bekende formulen.

Te dien einde merken wij vooreerst op, dat, als de boven beschouwde resultanten *R* wel evenwijdig en tegengesteld, maar niet even groot geweest waren, zoodat bijv. de resultante *R'* op M' kleiner geweest was dan de resultante *R* op M, al de krachten van het stelsel een middelpunt O gehad zouden hebben, zoodanig op het verlengde van MM' gelegen, dat $\frac{OM}{OM'} = \frac{R'}{R}$

was. Voor $R' = R$ gaat deze vergelijking over in $\frac{\text{OM}}{\text{OM}'} = 1$, en hieraan kan alleen voldaan worden door het punt O oneindig ver van M en M′ te nemen. Het middelpunt van al de krachten van het beschouwde stelsel ligt dus, als M en M′ verschillende punten zijn, wel op het verlengde van de lijn MM′, maar in het oneindige. Vallen echter M en M′ in een enkel punt zamen, dan verkrijgt de lijn MM′ geen bepaalde rigting, terwijl elk willekeurig punt O, op zulk eene lijn van onbepaalde rigting genomen, aan de vergelijking $\frac{\text{OM}}{\text{OM}'} = 1$ voldoet. In dit geval is dus het middelpunt van al de krachten van het stelsel een onbepaald punt, zoodat elk willekeurig punt in de ruimte er voor genomen kan worden.

De bekende formulen nu, waardoor, ten opzigte van drie onderling regthoekige assen, de coördinaten x, y en z van het middelpunt van een stelsel evenwijdige krachten gevonden worden, zijn:

$$x = \frac{\Sigma\,(a\,P)}{\Sigma\,(P)},\ y = \frac{\Sigma\,(b\,P)}{\Sigma\,(P)}\ \text{en}\ z = \frac{\Sigma\,(c\,P)}{\Sigma\,(P)};$$

voor het door ons beschouwde stelsel zijn in deze formulen de noemers nul, en het al of niet nul zijn der tellers bepaalt dus, of de coördinaten x, y en z onbepaald, dan wel oneindig zullen zijn. Daar hieromtrent elke onderstelling mogelijk is, zijn er vier gevallen te onderscheiden, te weten:

1°. $x = \frac{0}{0},\ y = \frac{0}{0}$ en $z = \frac{0}{0}$;
2°. $x = \frac{0}{0},\ y = \frac{0}{0}$ en $z = \infty$;
3°. $x = \frac{0}{0},\ y = \infty$ en $z = \infty$;
4°. $x = \infty,\ y = \infty$ en $z = \infty$.

In het eerste geval, zijn de krachten van ons stelsel, bij elke rigting die zij aannemen, in evenwigt; hier vallen de vroeger beschouwde punten M en M′ in één punt zamen.

In de drie andere gevallen kunnen en zullen onze krachten slechts in één bepaalde rigting evenwigt maken; deze rigting is altijd die van de vroeger beschouwde lijn MM′.

In het tweede geval is die rigting evenwijdig met de as der z; in het derde geval is zij evenwijdig met het vlak der yz, zonder evenwijdig met een der assen te zijn; in het vierde geval eindelijk is zij schuin ten opzigte van elk der coördinatenvlakken.

Wij hebben vroeger slechts duidelijkheidshalve onze krachten in groepen verdeeld, die uit krachten van gelijken zin bestonden; eene andere willekeurige verdeeling in twee groepen kon echter denzelfden dienst bewijzen, mits slechts de krachten van elke groep eene resultante hebben. Zelfs zou men voor een der beide groepen eene enkele kracht kunnen nemen. Daaruit kan dan, ten aanzien van evenwijdige krachten, die bij het draaijen om de aangrijpingspunten in verschillende rigtingen het evenwigt behouden, nog deze bijzonderheid afgeleid worden, dat het middelpunt van al de krachten op één na, juist het aangrijpingspunt van die eene kracht zal zijn.

Breda, November 1867.

DESCRIPTION

DE

TROIS ESPECES INÉDITES DE POISSONS DES ÎLES D'AMBOINE ET DE WAIGIOU.

PAR

P. BLEEKER.

HETEROCONGER Blkr.

Corpus anguilliforme. Nares posteriores rostro superne perforatae oculo approximatae. Pinnae pectorales nullae. Anus longe post aperturam branchialem rejectus. Maxillae breves dentibus parvis pluriseriatis armatae. Dentes nasales nulli; vomerini in vittam latam apicem rostri attingentem dispositi. Labia valde lata membranacea. Pinnae verticales bene evolutae, dorsalis paulo post aperturam branchialem incipiens. Cauda trunco duplo longior postrorsum parum gracilescens. B. 9.

Rem. Le genre Heteroconger constitue un type bien distinct dans la famille des Congroïdes, et trouve sa place naturelle dans la sousfamille des Congriformes et dans le groupe des Congri. Il se distingue déjà de tous les genres connus de la sousfamille des Congriformes par l'absence de nageoires pectorales, tout comme le genre Muraenichthys se distingue des autres genres de la sousfamille des Myriformes. Mais il s'ensuit que la diagnose des Congriformes, telle que l'ai donnée (Atl. Ichthyol. IV, p. 19) doit être modifiée en ce sens, qu'on ait à y supprimer les mots: „Pinnae pectorales," ces nageoires n'ayant pas, après la découverte du type actuel, une plus haute valeur qu'elles n'ont dans la sousfamille des Myriformes.

Le genre Heteroconger diffère encore des quatre genres établis dans le groupe des Congri, par l'absence de dents nasales et il présente en sus des caractères essentiels pour le distinguer des genres Conger, Ophisoma, Uroconger et Neoconger, dans la large bande de dents graniformes du vomer, dans la longueur de la queue, dans l'insertion de la dorsale en arrière de l'orifice branchial, dans le développement normal des nageoires verticales, etc. Aucun des Congriformes connus ne présente aussi un nombre aussi considérable de rayons aux nageoires dorsale et anale, que l'espèce type du Heteroconger, dont la description va suivre.

Heteroconger polyzona Blkr.

Heterocong. corpore maxime elongato, antice subcylindrico, postice compresso, altitudine 48 circiter in ejus longitudine; capite acutiusculo 17 circiter in longitudine corporis; altitudine capitis $3\frac{1}{3}$ circiter-, latitudine capitis $3\frac{1}{2}$ circiter in ejus longitudine; rostro obtusiusculo convexo oculo conspicue breviore; linea rostro-frontali convexa; oculis diametro 5 circiter in longitudine capitis; naribus, posterioribus rimaeformibus oculo approximatis, anterioribus (non conspicuis, in labio superiore occultis?); labiis valde latis membranaceis pendulis; rictu valde obliquo, sub oculi dimidio anteriore desinente, 4 circiter in longitudine capitis; maxillis brevibus, inferiore superiore paulo longiore; dentibus maxillis conicis acutis parvis subaequalibus tri- ad quadriseriatis numerosis; dentibus vomerinis graniformibus pluriseriatis in vittam elongatam antice quam postice multo latiorem dispositis; apertura branchiali semilunari ampla; linea laterali tubulis simplicibus contiguis notata; pinna dorsali rictus longitudine circiter post aperturam branchialem incipiente, corpore plus duplo humiliore; anali mox post anum in initio 2ae tertiae corporis parte incipiente, dorsali vix humiliore; caudali brevi rotundata; colore corpore superne coerulescente-viridi, inferne margaritaceo, pinnis flavescente-hyalino; fasciis corpore transversis nigricante-fuscis et fuscis 80 circiter; fasciis capite 12 circ. gracilibus confertis lineam gularem non attingentibus; fasciis trunco ante pinnam analem 23 circ. totum

P. BLEEKER, HETEROCONGER POLYZONA.



corpus cingentibus pinnamque dorsalem intrantibus anterioribus quam posterioribus gracilioribus confertioribusque; fasciis cauda 34 ad 36 corpus totum cingentibus et pinnas intrantibus fasciis ceteris latioribus sed spatiis intermediis gracilioribus; iride viridi.

B. 9. D. 495 circ. A. 330 circ. C. 10 circ. = D. A. C. 835 circ.

Hab. Amboina, in mari.

Longitudo 2 speciminum 230''' et 275'''.

Opisthognathus papuensis Blkr.

Opisthogn. corpore elongato compresso, altitudine 5 circiter in ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{3}$ circiter in ejus altitudine; capite obtuso valde convexo $3\frac{1}{3}$ circiter in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ fere-, latitudine capitis 2 circiter in ejus longitudine; oculis diametro $3\frac{1}{3}$ ad $3\frac{1}{4}$ in longitudine capitis, minus diametro $\frac{1}{4}$ distantibus; regione interoculari concava; naribus margini oculo antero-inferiori approximatis, posterioribus rotundis patulis, anterioribus tentaculo lato subdigitato munitis; squamis capite nullis sed cute vertice, regionibus perioculari et operculari leviter granulata; maxilla superiore paulo ante maxillam inferiorem prominente, longe ante marginem praeperculi posteriorem desinente, $1\frac{2}{3}$ circiter in longitudine capitis, postice truncata; dentibus maxillis pharyngealibusque conicis acutis pluriseriatis, maxillis serie externa ceteris majoribus curvatis, intermaxillaribus inframaxillaribus majoribus; squamis nucha regioneque thoraco-gulari nullis, cetero corpore minimis cycloideis 110 circiter in serie longitudinali; linea laterali sub dorsalis radiosae dimidio posteriore interrupta parte dorsali tubulis contiguis notata; pinna dorsali parte spinosa parte radiosa vix breviore sed duplo circiter humiliore, parte radiosa corpore minus duplo humiliore oblique et obtuse rotundata; pinnis pectoralibus valde obtusis rotundatis capite plus duplo brevioribus; ventralibus acutis pectoralibus paulo longioribus; anali magnitudine formaque dorsali radiosae subaequali; caudali obtusa rotundata $5\frac{1}{3}$ circiter in longitudine corporis; colore corpore superne roseo-viridi, inferne roseo-margaritaceo;

capite corporeque punctis majoribus et minoribus nigricantibus sat numerosis sed sparsis; pinnis radiis roseo-aurantiacis membrana dilutioribus, dorsali et anali marginem liberum versus fuscescentibus, pectoralibus punctis numerosis-, dorsali analique punctis parcioribus sparsis nigricantibus; iride flava margine orbitali fusca.

B. 6. D. 12/16 vel 12/17. P. 2/20. V. 3/3. A. 3/14 vel 3/15. C. 1/12/1 et lat. brev.

Hab. Waigiu, in mari.

Longitudo speciminis descripti 250'''.

Rem. Cette espèce se fait reconnaître au premier coup d'oeil par les grands points noirs épars du corps et des nageoires ainsi que par la forme tronquée de la mâchoire supérieure. Elle se distingue encore par la petitesse des écailles, par l'absence de grande tache dorsale ou maxillaire, par la formule des rayons, etc.

Pomacentrus amboinensis Blkr.

Pomac. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{2}{3}$ ad $2\frac{3}{4}$ in ejus longitudine, latitudine $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{1}{2}$ in ejus altitudine; capite obtuso $4\frac{2}{3}$ ad $4\frac{1}{2}$ in longitudine corporis vix ad non altiore quam longo; oculis diametro $2\frac{1}{2}$ ad 3 et paulo in longitudine capitis, diametro 1 circiter distantibus; linea rostro-frontali declivi rectiuscula vel convexiuscula; rostro fronteque squamosis; osse suborbitali sub oculo oculi diametro triplo ad duplo humiliore, alepidoto, inferne et postice emarginato, margine posteriore valde conspicue dentato; dentibus utraque maxilla obtusis 40 circiter; praeoperculo subrectangulo margine posteriore conspicue dentato; operculo postice spina unica plana; linea laterali sub radiis dorsalis anterioribus interrupta; squamis lateribus 27 vel 28 in serie longitudinali, 12 vel 13 in serie transversali; pinna dorsali spinosa spinis mediocribus postrorsum longitudine sensim acerescentibus, spina postica spina antica duplo circiter longiore, membrana interspinali parum incisa leviter lobata; dorsali radiosa dorsali spinosa multo altiore, corpore duplo ad minus duplo humiliore, acuta; pectoralibus obtusis rotundatis $4\frac{2}{3}$ ad $4\frac{1}{2}$-, ventralibus acutis radio 1° producto

$3\frac{3}{4}$ ad $4\frac{1}{3}$, caudali emarginata lobo superiore acutiusculo lobo inferiore obtuso longiore $4\frac{1}{3}$ circiter in longitudine corporis; anali postice angulata dorsali radiosa vix humiliore spina 2^a spina 1_a plus duplo longiore; colore corpore umbrino-flavescente inferne dilutiore, fronte verticeque fuscescente; iride pulchre viridi margine pupillari aurea; genis operculisque guttis guttulisque margaritaceo-coeruleis; operculo superne guttula fusco-violacea; dorso postice caudaque singulis squamis punctulis pluribus margaritaceo-coeruleis; pinnis roseo-flavescentibus, pectoralibus basi superne macula fusca, imparibus aetate provectioribus fuscescente marginatis, dorsali radiosa plurimis squamis punctulo margaritaceo-coeruleo, anali radiosa dimidio libero vittis 2 longitudinalibus margaritaceis.

B. 5. D. 13/14 vel 13/15 vel 13/16. P. 2/14 vel 2/15. V. 1/5. A. 2/15 vel 2/16. C. 1/13/1 et lat. brev.

Hab. Amboina, in mari.

Longitudo 3 speciminum 45‴, 76‴ et 108‴.

Rem. Dans le plus petit des trois individus que j'ai sous les yeux le milieu de la dorsale molle porte un ocelle noir cerclé d'un anneau diaphane ou blanchâtre, dont il ne se voit rien dans les individus plus grands; mais c'est aussi la seule différence qui s'observe, de sorte qu'on n'y saurait voir nullement un caractère de valeur spécifique. L'espèce est voisine du Pomacentrus melanotus, qui cependant a la tête plus petite et qui se distingue d'ailleurs par ses couleurs, par la large tache brun-violet de la région anale, par l'absence de tache brune à la base de la pectorale, par un rayon de moins tant à la dorsale qu'à l'anale, etc.

La Haye, Novembre 1867.

DESCRIPTION

DE DEUX ESPÈCES INÉDITES

D'EPINEPHELUS

RAPPORTÉES DE

L'ÎLE DE LA RÉUNION PAR M.M. POLLEN ET VAN DAM.

PAR

P. BLEEKER.



Epinephelus Polleni Blkr.

Epineph. corpore oblongo compresso, altitudine $3\frac{1}{3}$ circiter in ejus longitudine, latitudine 2 et paulo in ejus altitudine; capite acuto $3\frac{2}{3}$ circiter in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{3}$ circiter-, latitudine capitis 2 circiter in ejus longitudine; oculis diametro 5 circiter in longitudine capitis, diametro $\frac{5}{6}$ circiter distantibus; linea rostro-frontali declivi rectiuscula ante oculum concava; linea interoculari convexiuscula; naribus posterioribus rotundis patulis, anterioribus brevitubulatis; rostro acuto absque maxilla oculi diametro non longiore, toto alepidoto; osse suborbitali sub oculo oculi diametro duplo humiliore usque sub oculi margine anteriore squamoso; maxilla superiore sub oculi margine posteriore desinente 2 circiter in longitudine capitis; dentibus intermaxillaribus serie externa dentibus seriebus cęteris multo longioribus utroque latere 15 circiter; caninis utraque maxilla antice 2 valde conspicuis; osse supramaxillari superne leviter squamato; praeoperculo obtusangulo, margine posteriore leviter denticulato inferne leviter emarginato, margine inferiore non membranaceo denticulis fortioribus incisuris edentulis in seriem bi vel tripartitam dispositis;

suboperculo et interoperculo margine libero totis osseis conspicue denticulatis; operculo spinis 3 validis media ceteris longiore; linea laterali antice valde curvata; squamis capite corporeque non squamatis; squamis lateribus 115 circiter in linea laterali basin pinnae caudalis inter et angulum aperturae branchialis superiorem, 55 vel 56 in serie transversali quarum 9 vel 10 lineam lateralem inter et spinam dorsi 6m; squamis regione scapulo-postaxillari squamis mediis lateribus non conspique majoribus; pinna dorsali spinosa dorsali radiosa nec longiore nec breviore, spinis validis 1a et 2a ceteris subaequalibus corpore triplo circiter humilioribus brevioribus, membrana inter singulas spinas valde incisa non lobata; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore corpore plus duplo humiliore obtusa rotundata; pectoralibus obtusis rotundatis capite absque rostro vix brevioribus; ventralibus acutiuscule rotundatis pectoralibus vix brevioribus spina valida oculo duplo circiter longiore; anali spinis validis 2a et 3a subaequalibus oculo duplo circiter longioribus, parte radiosa parte spinosa altiore dorsali radiosa duplo breviore sed non humiliore, obtusa, rotundata; caudali extensa truncatiuscula vix convexa angulis vix rotundata capitis parte postoculari vix longiore; colore corpore roseo; capite superne violascente; iride viridi margine pupillari aurea; capite vittis 3 sat latis pulchre coeruleis superiore fronto-temporali, media oculo-operculari spinam operculi superiorem attingente, inferiore rostro-suboculo-operculari operculi spinam inferiorem attingente; vittis corpore longitudinalibus sat latis pulchre coeruleis 10 circiter, superioribus 4 plus minusve undulatis et interruptis caudam non attingentibus ex parte dorsalem radiosam intrantibus, inferiore ventrali analem vix superante, ceteris 5 pinnam caudalem intrantibus ibique sat longe ante marginem ejus posteriorem desinentibus; pinna dorsali rosea fascia longitudinali profunde coerulea partis spinosae dimidium basale totum fere tegente parte radiosa graciliore; dorsali radiosa violaceo vel coeruleo marginata; pectoralibus radiis aurantiacis fuscescente variegatis membrana coerulescente-hyalinis; ventralibus analique flavis, ventralibus antice coeruleo limbatis, anali vitta lata longitudinali coerulea inferne violascente marginata; caudali flavescente-rosea superne, inferne posticeque violascente marginata.

B. 7. D. 9/15 vel 9/16. P. 1/17. V. 1/5. A. 3/9 vel 3/10. C. 1/15/1 et lat. brev.
Hab. Borbonia, in mari.
Longitudo speciminis descripti 260'''.

Rem. Cette belle espèce présente de nombreuses affinités avec l'Epinephelus boeuack (Bodianus boenack Bl. = Serranus formosus CV nec Serranus boenack CV.) tant par ses formes générales et ses neuf épines dorsales que par les bandes longitudinales d'un beau bleu de la tête, du tronc et des nageoires. En la comparant cependant avec le boenack on trouve bientôt qu'elle s'en distingue par de nombreux caractères. Dans le boenack le profil est plus pointu, la dorsale molle plus élevée, la caudale beaucoup plus arrondie, tandis qu'elle a les bandes bleues plus nombreuses tant celles de la tête que celles du tronc et des nageoires. Mais outre ces caractères, qui font distinguer le boenack du premier coup d'oeil de l'espèce actuelle, j'en trouve encore beaucoup d'autres qui ne sont pas moins essentiels. Ainsi, dans le boenack le museau et le sousorbitaire sont entièrement couverts d'écailles tandis qu'on n'en trouve aucunes sur le maxillaire; les écailles de l'opercule y sont plus grandes et en partie squammeuses; les écailles du tronc surtout sont notablement plus grandes et je n'y compte (sur un individu de la même taille que celui de l'espèce actuelle) que 95 dans la ligne latérale et que 43 ou 44 sur une rangée transversale, tandis que les écailles de la région scapulo-postaxillaire présentent encore ceci de particulier qu'elles sont beaucoup plus grandes que les écailles de l'arrière des flancs. Puis encore, le préopercule, dans le boenack, est arrondi, tandis qu'on ne trouve de denticulation ni sur son bord inférieur ni sur le bord de l'interopercule et du sousopercule. A ces différences on peut ajouter encore celles que présente la dentition (les dents intermaxillaires de la rangée externe étant, dans le boenack, notablement plus petites et au nombre de plus de 20), ainsi que celles de la formule des rayons, cette dernière, dans le boenack, étant = D. 9/16 ou 9/17 ou 9/18. P. 1/15 ou 1/16. A. 3/8 ou 3/9.

M. GUICHENOT, dans sa Faune ichthyologique de l'île de la Réunion, énumère le boenack (formosus) parmi les poissons de

cette île et M. GÜNTHER, dans son grand Catalogue, rapporte quoiqu'avec doute, un individu de l'île Maurice à la même espèce (" ? adult; stuffed. Cat. Fish. I, p. 154). Il mérite d'être constaté si en effet les individus mentionnés par MM. GUICHENOT et GÜNTHER soient de l'espèce du boenack ou bien s'ils soient à rapporter à l'espèce actuelle.

Epinephelus Retouti Blkr.

Epineph. corpore oblongo compresso, altitudine 3¾ circiter in ejus longitudine, latitudine 2½ ad 2⅓ in ejus altitudine; capite acuto 3⅔ circiter in longitudine corporis; altitudine capitis 1½ circiter-, latitudine capitis 2⅓ circiter in ejus longitudine; oculis diametro 4½ circiter in longitudine capitis, diametro ½ circiter distantibus; linea rostro-frontali declivi rectiuscula ante oculum concaviuscula; linea interoculari convexiuscula; naribus posterioribus rotundiusculis patulis, anterioribus brevitubulatis; rostro acuto absque maxilla oculi diametro vix breviore, superne squamato; osse suborbitali sub oculo oculi diametro duplo circiter humiliore toto squamoso; maxilla superiore sub oculi margine posteriore desinente 2 et paulo in longitudine capitis; dentibus intermaxillaribus serie externa dentibus seriebus ceteris conspicue longioribus utroque latere 16 ad 18 circiter; canino utraque maxilla antice unico mediocri; osse supramaxillari superne squamato; praeoperculo rotundato, margine posteriore leviter denticulato, margine inferiore membranaceo edentulo, angulo dentibus denticulis ceteris conspicue fortioribus; suboperculo interoperculoque margine libero edentulis; operculo spinis 3 mediocribus media ceteris longiore; linea laterali antice leviter curvata; squamis capite ex parte squamatis, corpore non squamatis; squamis lateribus 110 circiter in linea laterali basin pinnae caudalis inter et angulum aperturae branchialis superiorem, 52 circiter in serie transversali quarum 16 circiter lineam lateralem inter et spinam dorsi 6m; squamis regione scapulo-postaxillari squamis mediis lateribus non majoribus; pinna dorsali spinosa dorsali radiosa conspicue longiore, spinis mediocribus, 5a ceteris longiore 2½ circiter in altitudine corporis, membrana inter singulas spinas

valde incisa leviter lobata; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo altiore obtusa rotundata; pectoralibus obtusis rotundatis capite absque rostro vix brevioribus; ventralibus acutiuscule rotundatis pectoralibus sat multo brevioribus spina mediocri oculo minus duplo longiore; anali spinis validis 2ª quam 1ª et 3ª longiore oculo duplo fere longiore, parte radiosa parte spinosa vix altiore dorsali radiosa sat multo breviore sed paulo altiore obtusa rotundata; caudali extensa truncata angulis acutiuscula, capitis parte postoculari vix longiore; colore corpore rufescente-fusco; dorso lateribusque superne fasciis latis transversis interstitiis latioribus profunde fuscis diffusis 5, fascia anteriore dorso-scapulari, 2ª, 3ª et 4ª dorso-lateralibus, 5ª caudali; iride fuscescente aureo tincta; pinnis, dorsali fusca late nigro limbala, ventralibus pectoralibusque aurantiaco-roseis ventralibus apice fuscatis, anali caudalique aurantiaco-fuscis, anali radiosa inferne, caudali postice nigro limbatis.

B. 7. D. 11/16 vel 11/17. P. 2/17. V. 1/5. A. 3/8 vel 3/9. C. 1/15/1 et lat. brev.

Hab. Borbonia, in mari.

Longitudo speciminis descripti 159'''.

Rem. Je ne puis rapporter l'espèce actuelle à aucune des espèces décrites. Elle est manifestement voisine des Epinephelus acutirostris, melas, goreënsis, erythrogaster, luridus, fuscus et melanurus, qui tous ont onze épines dorsales et le corps sans taches apparentes, mais elle paraît s'en distinguer essentiellement. Les Epinephelus goreensis, acutirostris, erythrogaster, luridus (Serranus luridus Ranz.) et fuscus n'ont que 15 ou 16 rayons mous à la dorsale et présentent d'autres caractères encore qui ne permettent point d'y rapporter l'espèce actuelle. Le goreënsis est dit avoir le maxillaire dénué d'écailles et il n'est parlé, par rapport à cette espèce, ni des larges bandes transversales du corps, ni de la large bordure noire de la caudale. Aussi paraît-il que le goreënsis a le corps plus allongé, les yeux plus petits, les canines intermaxillaires doubles, la troisième épine anale plus longue que la deuxième, 17 rayons seulement à la pectorale, etc. — L'acutirostris est une espèce beaucoup plus distincte encore, puisqu'elle présente le nombre extraordinaire de

12 épines dorsales et de 11 rayons à l'anale, tandis qu'il a le corps plus allongé, sa hauteur mesurant $4\frac{1}{2}$ fois dans sa longueur. — Quant à l'erythrogaster, il a la troisième épine dorsale la plus longue, les nageoires impaircs bordées de bleu, 16 rayons seulement à la pectorale, le corps olivâtre et le ventre rouge, etc. — Dans le luridus, les écailles du dos et du ventre portent des écailles supplémentaires, tandis que le préopercule n'est point arrondi mais rectangulaire, que la mâchoire inférieure ne porte point de canines, et que la pectorale n'est soutenue que par 15 rayons. Puis le fuscus se distingue par ses 11 rayons à l'anale ainsi que par son corps brun-noirâtre marbré de grisâtre. — Pour ce qui regarde enfin le melanurus et le melas, qui tous les deux ont, comme le Retouti, 17 rayons à la dorsale, le premier se distingue suffisamment par la forte dentelure du sousopercule et de l'interopercule ainsi que par les taches rougeâtres des nageoires impaires, tandis que le melas est dit avoir 20 rayons à la pectorale et le corps d'un brun-noirâtre uniforme. Quant à cette dernière espèce je dois noter aussi qu'elle est dite avoir la même forme que l'Epinephelus merra, d'où il faut conclure que la caudale y est arrondie et non tronquée comme dans le Retouti. Du reste la description que M.-PETERS a donnée de l'espèce des îles Querimba (Ibo) est trop succincte pour qu'on puisse l'utiliser à une comparaison assez détaillée.

Je crois donc avoir devant moi, dans le Retouti, une espèce inédite qu'il m'est agréable de pouvoir dédier à M-. RETOUT, de l'île Maurice, qui a beaucoup contribué à enrichir les collections que M.M.- POLLEN et VAN DAM ont adressées au Musée de Leide.

La Haye, Février 1866.

NOTICE

SUR LE

PARUPENEUS BIFASCIATUS (MULLUS BIFASCIATUS Lac.)

DE L'ÎLE DE LA

RÉUNION.

PAR

P. BLEEKER.

LACÉPÈDE, travaillant sur les observations manuscrites de COMMERSON et sur les dessins exécutés sous les yeux de ce célèbre voyageur, introduisit dans la science les espèces qu'il nomma Mullus bifasciatus et Mullus trifasciatus et les caractérisa comme suit.

MULLUS BIFASCIATUS.	MULLUS TRIFASCIATUS.
Une bande très-foncée, transversale, et terminée en pointe, à l'origine de la première nageoire du dos; une bande presque semblable vers l'origine de la queue; la nageoire caudale divisée en deux lobes très-distincts; la tête couverte d'écailles semblables à celles du dos; les barbillons épais à leur base, et déliés à leur extrémité. D. 7—1/9. A. 6 ou 7.	Trois bandes transversales, larges, très-foncées, et finissant en pointe; la tête couverte d'écailles semblables à celles du dos; l'extrémité des barbillons atteignant à l'extrémité des nageoires thoracines. D. 7—9. A. 6 ou 7.

Les figures publiées de ces deux espèces font très-bien sentir les différences principales. Elles ont de commun deux ban-

des transversales noirâtres, et triangulaires à pointe dirigée en bas, dont l'antérieure descend de la moitié antérieure de la première dorsale tandis que la postérieure se trouve sous la dorsale molle. Mais dans le trifasciatus on voit une troisième bande triangulaire descendant du milieu du dos de la queue, qu'on n'observe pas dans le bifasciatus et ses barbillons atteignent la moitié libre de la pectorale tandis que, dans le bifasciatus, ils ne s'étendent presque pas au-delà de l'angle du préopercule.

CUVIER a maintenu la valeur du Mullus bifasciatus comme espèce distincte et il a rapporté le Mulle trois-bandes Lac. à l'espèce qu'il a décrite lui-même sous le nom d'Upeneus trifasciatus. Et en effet, on ne peut avoir aucun doute par rapport à la diversité de ces deux espèces, l'examen des individus faisant remarquer toute une série de caractères par lesquels elles se distinguent l'une de l'autre. Mais il me paraît peu probable que le Mulle trois-bandes Lac. soit de la même espèce que l'Upeneus trifasciatus Cuv., espèce que QUOY et GAIMARD avaient déjà décrite et figurée, en 1824, sous le nom de Mullus multifasciatus, et qui a les bandes du corps d'une forme différente et disposées d'une autre manière et les barbillons beaucoup plus courts que ne les montre la figure du Mulle trois-bandes. Ce dernier pourrait bien n'être qu'une variété du Mulle deux-bandes, mais il me semble préférable de lui laisser sa place dans le système comme espèce distincte jusqu'à ce que de nouvelles observations aient décidé sur sa valeur.

Or, si elle doit être conserveé, n'est-ce que provisoirement, il s'ensuit que le nom spécifique du Mullus multifasciatus QG. doit être appliqué à l'Upeneus trifasciatus CV.

Dans les derniers temps, M.-GÜNTHER, faute probablement de n'avoir pas vu ni le bifasciatus ni le trifasciatus de LACÉPÈDE, a réuni les trois espèces, ou plutôt a supprimé le Mulle deux-bandes et le Mulle trois-bandes en reléguant tout simplement leurs noms parmi les synonymes de son Upeneus trifasciatus, qui est de la même espèce que le Mullus multifasciatus QG. et l'Upeneus trifasciatus CV.

Il ne peut pas être superflu ici d'appeler l'attention sur le fait assez grave que l'esprit, du reste fort louable, de réduire

les nombreuses espèces nominales à leur juste valeur, a fait tomber des naturalistes éminents dans la faute de réunir ce qui devait rester séparé. C'est ainsi que, jugeant d'après des descriptions insuffisantes ou incomplètes et n'ayant pas consulté la nature, c'est à dire les types décrits, on a souvent réuni en une seule, des espèces essentiellement différentes, mais qu'on n'admit que comme nominales. Or il doit ajouter à la confusion toujours croissante dans la synonymologie si, sur des données trop incertaines, on continue à reléguer parmi les synonymes des espèces distinguées et établies comme telles par les observateurs. Il est clair que, de cette manière on atteint le contraire de ce qu'on désire et qu'au lieu de débrouiller on embrouille, — et il est donc préférable de laisser les espèces incertaines ou douteuses sous leur chef primitif que de les réunir arbitrairement à des espèces mieux connues aux quelles il semble qu'elles puissent être rapportées.

Le Mullus bifasciatus Lac. et le Mullus trifasciatus Lac. sont dans le cas que je viens d'indiquer.

Je note ici que j'ai eu tort autrefois de changer le nom générique d'Upeneus en celui d'Upeneoides, pour les espèces à dents en velours aux deux mâchoires, au vomer et aux palatins. L'espèce type d'Upeneus de CUVIER, l'Upeneus vittatus, présentant cette dentition, le nom d'Upeneus doit lui rester. Mais il s'ensuit que les Upeneus à dents unisériales et coniques aux deux mâchoires et sans dents au palais, groupe auquel j'ai autrefois conservé le nom d'Upeneus, doit changer de nom générique. Aussi ai-je déjà indiqué ce groupe, dans quelques mémoires, sous le nom de Parupeneus, que je propose de lui conserver. Le Mullus bifasciatus Lac. et l'Upeneus trifasciatus CV. ou le Mullus multifasciatus QG. appartenant à ce groupe, sont donc pour moi des Parupeneus, comme le sont aussi, l'Upeneus spilurus Blkr, l'Upeneus pleurospilus Blkr, l'Upeneus Brandesi Blkr, l'Upeneus Janseni Blkr, l'Upeneus oxycephalus Blkr et plusieurs autres espèces des auteurs.

Pour les descriptions, qui vont suivre, j'ai pris, pour bien faire sentir les différences, des individus des deux espèces de parfaitement la même taille. On apercevra que le bifasciatus se distingue du multifasciatus, non seulement par les détails

du système de coloration, mais aussi par sa tête plus obtuse, par les séries de pores de l'os sousorbitaire, par ses barbillons plus courts, par les nombreuses ramifications de la ligne latérale, par la forme de la dorsale molle et de l'anale, etc.

Parupeneus bifasciatus Blkr.

Parup. corpore subelongato compresso, altitudine $4\frac{2}{5}$ ad $4\frac{1}{4}$ in ejus longitudine, latitudine 2 ad 2 et paulo in ejus altitudine; capite *obtuso* $4\frac{3}{5}$ ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis, *aeque alto* circiter ac longo; oculis diametro 4 circiter in longitudine capitis, diametro $1\frac{1}{5}$ ad $1\frac{1}{4}$ a se invicem distantibus; linea rostro-frontali inferne tantum concava, rostro superne et fronte valde convexa; linea interoculari valde convexa; rostro *obtuso;* distantia rostri apicem inter et orbitam oculi diametro *non plus duplo longiore;* naribus minus oculi diametro a se invicem distantibus, posterioribus rimaeformibus orbitae approximatis, anterioribus parum conspicuis rotundis; squamis frontalibus usque infra nares anteriores descendentibus; osse suborbitali alepidoto oculi diametro *multo minus duplo altiore, poris conspicuis confertis irregulariter pluriseriatis* notato; maxillis aequalibus, superiore $2\frac{2}{5}$ ad $2\frac{3}{4}$ in longitudine capitis, postice squamata oculi diametro *non altiore;* labiis latis carnosis; cirris inframaxillaribus ore clauso *praeoperculi* marginem posteriorem attingentibus vel subattingentibus; spina operculari parva sed bene conspicua; squamis ctenoideis, lateribus 30 in serie longitudinali; linea laterali singulis squamis *valde arborescente ramulis numerosis;* pinna dorsali spinosa acuta dorsali radiosa multo altiore et paulo longiore, altitudine $1\frac{2}{5}$ circiter in altitudine corporis; dorsali radiosa *multo minus duplo longiore* quam alta obtusa angulata antice quam postice conspicue altiore *radio posteriore ceteris breviore* et *basi pinnae valde multo breviore;* pectoralibus acutiuscule rotundatis capite paulo brevioribus; ventralibus acutis longitudine caput aequantibus vel subaequantibus; anali *aeque alta circiter ac basi longa* obtusa angulata dorsali radiosa non humiliore antice quam postice conspicue altiore radio *posteriore ceteris* et *basi pinnae breviore;* caudali lobis subaequalibus acute rotundatis $4\frac{3}{5}$ circiter in longitudine corporis; colore corpore

roseo inferne dilutiore; rostro violascente; iride fuscescente margine pupillari late aurea; fasciis corpore 2 transversis latis triangularibus apice deorsum spectantibus violaceo-nigris, fascia anteriore dorso-postaxillari, fascia posteriore dorso-anali; macula postoculari nigricante nulla; pinnis pulchre roseis; dorsali spinosa antice fuscescente vel nigricante; dorsali radiosa analique vittis 5 vel 6 longitudinalibus obliquis margaritaceis vel coerulescentibus, dorsali antice dimidio basali nigricante-violacea, anali dimidio basali carmosina; ventralibus margine anteriore fusco-violaceis; caudali superne et inferne leviter fusco marginata.

B. 3. D. 8—1/8 vel 1/9. P. 2/13 vel 2/14. V. 1/5. A. 2/6 vel 2/7. C. 1/13/1 et lat. brev.

Syn. *Mullus bifasciatus, Mulle deux-bandes* Lac., Poiss. III p. 383, 404; tab. 14, fig. 2.

Upeneus bifasciatus, Upéneus à deux bandes CV., Hist. Poiss. III p. 344.

Hab. Borbonia, in mari.

Longitudo 2 speciminum 208''' et 220'''.

On n'a trouvé jusqu'ici le Parupeneus bifasciatus que près de l'île de la Réunion. Les deux individus que j'ai sous les yeux, font partie d'un envoi de Poissons de cette île et de l'île de Mayotte par M.-FRANÇOIS POLLEN, jeune naturaliste de beaucoup d'espérance qui depuis plus d'un an a entrepris, à ses propres frais, un voyage de découverte dans l'île de Madagascar, dont les résultats provisoires commencent déjà à pénétrer dans la science.

Parupeneus multifasciatus Blkr.

Parup. corpore subelongato compresso, altitudine $4\frac{1}{4}$ ad 4 fere in ejus longitudine, latitudine 2 ad 2 et paulo in ejus altitudine; capite *acuto* $4\frac{1}{4}$ ad 4 fere in longitudine corporis, paulo *longiore* quam alto; oculis diametro 5 et paulo in longitudine capitis, diametro $1\frac{2}{3}$ circiter a se invicem distantibus; linea rostro-frontali concava fronte tantum leviter convexa; linea interoculari valde convexa; rostro *acuto;* distantia rostri

apicem inter et orbitam oculi diametro *multo plus duplo* longiore; naribus *plus* oculi diametro a se invicem distantibus, posterioribus rimaeformibus orbitae approximatis, anterioribus parum conspicuis rotundis; squamis frontalibus usque infra nares anteriores descendentibus; osse suborbitali alepidoto oculi diametro *plus duplo altiore, poris confertis conspicuis nullis;* maxillis aequalibus, superiore $2\frac{1}{2}$ circiter in longitudine capitis, postice squamata oculi diametro *altiore;* labiis latis carnosis; cirris inframaxillaribus ore clauso *operculi* marginem posteriorem subattingentibus ad paulo superantibus; spina operculari parva sed bene conspicua; squamis ctenoideis, lateribus 30 in serie longitudinali; linea laterali singulis squamis *leviter arborescente ramulis parcis;* pinna dorsali spinosa acuta dorsali radiosa multo altiore et vix longiore, altitudine $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{1}{2}$ in altitudine corporis; dorsali radiosa duplo fere longiore quam antice alta, obtusa, angulata, antice quam postice non conspicue altiore, radio postice producto *basi pinnae longiore et radiis ceteris multo longiore;* pinnis pectoralibus acute rotundatis et ventralibus acutis vel acute rotundatis subaequalibus capite sat multo brevioribus; anali *multo longiore* quam antice alta obtusa angulata dorsali radiosa non humiliore antice quam postice non conspicue altiore, *radio posteriore radiis ceteris et basi pinnae longiore;* caudali lobis subaequalibus acutis $4\frac{3}{4}$ ad 5 in longitudine corporis; colore corpore roseo inferne dilutiore; rostro roseo; iride violascente- vel flavescente-rosea margine pupillari aurea; fasciis corpore 3 transversis nigricante-violaceis; fascia anteriore latissima dorso a nucha usque ad dorsalem radiosam sese extendente majore parte anteriore fuscescente-violacea minore parte posteriore nigricante-violacea, fascia inferne in crura vulgo 4 inferne diffuse desinentia divisa; fascia corporis media sub dorsalis radiosae radio 3° ad 7° incipiente infra lineam lateralem diffuse desinente; fascia posteriore caudam medio dorsalem radiosam inter et basin caudalis amplectente et infra lineam lateralem desinente; fascia insuper fusco-violacea rostro-postoculari cujus parte temporali vulgo tantum conspicua; pinnis roseis, dorsali radiosa analique vittis 3 vel 4 longitudinalibus margaritaceis, dorsali radiosa dimidio basali et radio postica violaceo-fusca; ventralibus antice leviter fuscescente margi-

natis, dimidio libero vittis 3 vel 4 transversis margaritaceis; caudali superne et inferne leviter fuscescente marginata.

B. 3. D. 8—1/8 vel 1/9. P. 2/14. V. 1/5. A. 2/6 vel 2/7. C. 1/13/1 et lat. brev.

Syn. *Mullus multifasciatus*, *Mulle multibande* QG., Zool. Voy. Uranie p. 330 Htl. tab. 59, fig. 1.

Upéneus trifasciatus, *Upéneus à trois bandes* CV., Poiss. III. p. 344; Blkr, Bijdr. ichth. Banda, Nat. T. Ned. Ind. II. p. 237; Gthr, Cat. Fish. I. p. 407. (nec syn. ex parte).

Bidji-nangka Ternat., *Salmonetti* Amboin., *Tijo* Manad.

Hab. Hindost.; Zeylon; Celebes; Halmahera; Ternata; Batjan; Obi-major; Amboina; Banda; Goram; Aru; Flores; Timor; Insul. Amicit.; Marquis.; Sandwich.

Longitudo 2 speciminum descriptorum 209‴ et 222‴.

Rem. Je possède un grand nombre d'individus de cette espèce qui est très-commune aux Moluques. C'est sur deux de ces exemplaires, mesurant 105‴ et 110‴ et pas trop bien conservés, que j'ai publié une description, en l'an 1851, dans mon premier mémoire sur la faune ichthyologique des îles de Banda. Je n'ai pris la description actuelle que sur deux individus d'une conservation parfaite et de la même taille que ceux du Parupeneus bifasciatus, mais dans les jeunes individus le corps est plus grêle (hauteur jusqu'à 5 fois dans la longueur), le profil moins concave, l'oeil relativement plus grand (4 fois dans la longueur de la tête), l'os sousorbitaire moins haut (moins de 2 fois plus haut que le diamètre de l'oeil), etc. Je dois noter aussi, que, depuis la publication de ma description antérieure, j'ai observé les couleurs fraiches dans plusieurs individus.

La Haye, Juillet 1865.

RAPPORT

FAIT À

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DES PAYS-BAS,

SECTION PHYSIQUE,

PRÉSENTÉ DANS LA SÉANCE DU 25 JANV. 1868.

M. CHASLES a communiqué à l'Académie des Sciences de Paris quelques lettres qui, si elles contenaient la vérité, jetteraient sur CHRÉTIEN HUYGENS le blâme, de s'être approprié sciemment une découverte de Galilée, qu'il aurait fait passer pour la sienne.

L'Académie Royale, Section Physique, nous a confié la tâche d'instruire ce point, et de défendre, s'il y a lieu, le nom honorable de notre illustre compatriote contre une telle incrimination. C'est avec empressement que nous nous en acquittons.

Avant tout il faut remarquer, que nous sommes hors d'état de contester l'authenticité des lettres dont il est question, sur des motifs externes. Nous n'avons pas vu ces lettres, et nous ignorons même, si M. CHASLES les considère comme originales, ou si elles font partie de celles, dont il avoue ne posséder que des copies (*Comptes rendus* du 16 Déc.). Si cette preuve était indispensable, il faudrait inviter M. CHASLES, à faire examiner les lettres susdites par des personnes expertes et impartiales, afin de décider si elles sont de l'écriture même des auteurs réputés, et pour le cas que M. CHASLES ne possédât que des copies, si les exemplaires primitifs présentent des garanties suffisantes d'authenticité. Tel examen cependant nous paraît tout-à-fait superflu.

Les lettres mêmes, comme nous le démontrerons, portent un caractère interne si manifeste de fausseté, et ce qui s'est passé dans l'affaire dont il s'agit, est si complètement et si distinctement connu par d'autres documents, qui n'admettent pas l'ombre d'un doute, qu'il suffira, ce nous semble, d'exposer ce que ceux-ci nous révèlent, pour renverser de fond en comble l'accusation portée contre HUYGENS.

l'Académie nous pardonnera, vu l'objet grave de l'investigation dont elle nous a chargés, d'être tant soit peu prolixes dans cette exposition, afin de convaincre pleinement même les moins initiés dans l'histoire de cette époque de la science, que le contenu des lettres mentionnées ne saurait être conforme à la verité.

On sait que M. CHASLES a produit devant l'Académie des Sciences de Paris une longue série de lettres, qui d'abord ne tendaient qu'à démontrer, qu'il fallait attribuer à PASCAL, et non à NEWTON, la gloire d'avoir trouvé la loi générale de l'attraction universelle qui domine notre système planétaire. Le nom de HUYGENS s'y rencontre pour la première fois de la manière suivante. Il aurait écrit (*Comptes rendus*, p. 543) à PASCAL une lettre, datée du 2 Juin 1654, où il faisait mention de la loi, que la quantité de mouvement d'un corps est proportionnelle au produit de la masse par le carré de la vitesse, loi que PASCAL lui aurait communiquée. Dans cette lettre HUYGENS dit: „Plus „j'examine cette règle, Monsieur, et plus il me paraît qu'elle „renverse de fond en comble tous les principes de la statique, „de l'hydrostatique et de l'hydraulique, et qu'elle contredit „ouvertement les expériences les plus constantes sur ces trois „belles parties de la physique." Or il est connu par une lettre de HUYGENS du 18 Mars 1669, qui se trouve dans le *Journal des Savans*, T. II, p. 531, qu'en 1661 il a déduit cette même loi de ses expériences du choc des corps, et que, conjointement avec d'autres résultats de son investigation, il l'a communiquée dans une séance de la Société Royale de Londres, quoique ce ne fût qu'en 1669 qu'il donnât les expériences elles-mêmes, après que WALLIS et WREN, dont le dernier étant présent avait entendu sa communication, eussent publié leurs expériences con-

cernant le même sujet. Les détails de ce travail de HUYGENS n'ont paru qu'après sa mort, dans les *Opuscula posthuma*, T. II, p. 75. (Voir les *Opera reliqua*, édition de 's Gravesande).

Dans cette lettre HUYGENS cite quelques savants, qui avant lui se sont occupés de ce problème, nommément GALILÉE, DESCARTES, le Père FABRI et en dernier lieu BORELLI. Il n'est fait de PASCAL nulle mention, ce qu'il faudrait taxer de perfidie, si la lettre produite par M. CHASLES contenait la vérité, puisque dans ce cas c'est PASCAL qui aurait trouvé la loi principale, contestée d'abord par HUYGENS, mais admise par lui plus tard, comme le résultat de ses propres expériences.

Donc il s'agit d'examiner, si la lettre peut être attribuée à HUYGENS? Nous ne le croyons pas, pour les raisons que voici: —

HUYGENS lors de la date de cette lettre, l'an 1654, ne comptait que vingt-cinq ans. En tout il n'avait publié que deux dissertations sur des sujets de mathématiques, savoir: *Theoremata de quadratura hyperboles, ellipsis et circuli* et *De circuli magnitudine inventa*. Il serait peu vraisemblable, qu'à cette époque déjà son nom fût fort répandu hors de sa patrie, si quelques lettres qui existent *) ne prouvaient, que depuis 1652 il était en correspondance avec quelques savants à l'étranger. Mais ce qui est tout-à-fait contraire à ce que nous savons de HUYGENS et de son style épistolaire, c'est le ton et le contenu de la lettre même. Toutes les lettres avérées de HUYGENS de ce temps-là se caractérisent par une modestie exemplaire. A-t-il conçu des doutes, il en développe au large ses raisons. Le HUYGENS de la lettre en question le prend sur un ton pédant, présomptueux. Sans façon il déclare la loi que PASCAL lui a communiquée, en contradiction avec les principes élémentaires de la physique et avec les résultats de toute expérience; puis il répète la même chose encore en d'autres termes, sans daigner alléguer le moindre argument à l'appui de son opinion. Seule-

*) Voir les *annotationes* 5, 7, 8 et 15 au Discours rectoral de feu le professeur UYLENBROEK en 1838: *De Fratribus Christiano atque Constantino Hugenio, artis dioptricae cultoribus*, dans les Annales Academici Universitatis Lugduno-Batavae, 1837—1838.

ment à la fin de l'épître il demande des explications, comme il se pourrait qu'il n'eût pas bien compris. Est-il possible qu'un PASCAL puisse être traité de la sorte par le même HUYGENS qui, lors de sa présence à Londres, prédisposait tout le monde en sa faveur par sa *candeur* et son *ingenuité* *)? Est-il possible de croire qu'un tel homme se soit approprié tout simplement la découverte d'autrui, après l'avoir rejetée auparavant avec dédain; et qui plus est, en 1661, PASCAL étant encore en vie?

En somme: quoique nous ne puissions démontrer le faux de cette lettre par des preuves aussi concluantes et incontestables que nous en avons à notre disposition pour d'autres lettres, du moins nous pensons avoir mis en évidence la grande invraisemblance, que HUYGENS l'ait jamais écrite.

La seconde fois que le nom de HUYGENS paraît dans cette controverse, c'est dans quelques lettres, où il porte témoignage contre NEWTON, qu'on accuse d'avoir emprunté beaucoup d'idées à PASCAL †).

Nous nous abstenons d'énoncer une opinion quant à l'authenticité de ces lettres, tout comme d'autres, d'où il résulterait que NEWTON, dans sa correspondance avec HUYGENS, se serait permis à l'égard de DESCARTES et PASCAL des expressions blessantes pour la mémoire de ces savants, que HUYGENS aurait commis l'inadvertance de divulguer, ce qui par la suite suscita des désagréments à NEWTON, de la part même du roi LOUIS XIV, qui en témoigna son mécontentement §). Toute cette partie de la collection, nous la passerons sous silence, comme ne nous regardant pas dans ce moment-ci, en tant qu'elle concerne la réputation de NEWTON, qui y paraît compromise; de maint côté déjà on a relevé quantité de choses invraisemblables qui s'y trouvent accumulées. Quant au rôle que HUYGENS aurait rempli dans cette affaire, il n'est qu'accessoire, celui d'un intermédiaire.

---

*) Expressions empruntées à une lettre de Moray du 21 Juin 1661; voir UYLENBROEK, Ibidem, Ann. 25.

†) *Comptes rendus*, T. LXV, p. 544.

§) *Comptes rendus*, T. LXV, pp. 591, 685 et suiv.

Et comme son honneur n'est attaqué en rien par ces lettres, qu'elles soient authentiques ou non, nous les laisserons pour ce qu'elles valent, en faisant observer seulement, qu'elles appartiennent toutes à une époque plus avancée, savoir à l'année 1681 et les suivantes, et par conséquent n'ont aucun rapport au fait principal, dont il faudra nous occuper maintenant en troisième lieu.

Dans la séance du 7 Octobre dernier M. CHASLES produisit plusieurs lettres, qui se trouvent imprimées dans les *Comptes rendus*. Il y en a une, datée de Florence le 7 Juin 1641, signée GALILÉE GALILEI et adressée à PASCAL, où il est fait mention plus d'une fois *des satellites* de Saturne. M. CHASLES en déduit ce qui suit:

„On voit que GALILÉE, à qui l'on devait déjà la découverte „des quatre satellites de Jupiter, avait aussi découvert des „satellites de Saturne; ce qui est resté ignoré et ce qui ne „diminue point le mérite de la découverte de HUYGENS faite „en 1655."

Admettons un instant que cette lettre ait été vraiment écrite par GALILÉE, reste à savoir ce qu'il entendait par *satellites*. Or c'est un fait généralement connu, que GALILÉE a maintes fois désigné sous ce nom les deux fragments de l'anneau, qu'il voyait à côté de la planète dans sa lunette défectueuse encore. S'il en est ainsi, *les* satellites de GALILÉE n'ont rien de commun avec *le* satellite de HUYGENS, et ne sont donc d'aucune conséquence. Mais M. CHASLES est d'un autre avis, et en effet, il faut en convenir, il y a lieu. GALILÉE dans sa lettre fait mention des temps de révolution, non seulement des planètes Jupiter et Saturne, mais aussi de ceux de leurs satellites, puis encore des masses et des densités du Soleil, de Jupiter, de Saturne et de la Terre, dont il ajoute les valeurs calculées d'après ses données par PASCAL.

Donc il paraîtrait, que de cette lettre supposée authentique on ne saurait conclure autre chose, sinon que le 7 Juin 1641 GALILÉE connaissait *plus d'un satellite* de Saturne. Nous verrons tout à l'heure, combien il est important, d'appuyer tout d'abord sur ce point.

Ne perdons pas de vue non plus, avec combien d'égards

envers HUYGENS M. CHASLES s'exprimait, lorsque dans la séance du 7 Octobre il donna lecture de la susdite lettre de GALILÉE, disant expressément que la découverte de GALILÉE ne diminuait point le mérite de la découverte de HUYGENS faite en 1655. M. CHASLES se serait-il servi des mêmes termes circonspects, s'il eût connu les lettres, que six semaines plus tard, le 18 Novembre, il a montrées à l'Académie? On s'en douterait fort d'après le contenu de ces documents.

Ces lettres sont au nombre de cinq.

La première est encore de GALILÉE à PASCAL et datée du 2 Novembre 1641, par conséquent moins d'une demi-année postérieure à la précédente. En voici l'exorde: „Je vous envoye „mes dernières observations faites avec un nouvel instrument „que j'ay imaginé; et je vous prieray d'en faire part à vos amis, „et entre autres au P. BOULLIAU, que je scay estre un sçavant „astronome." Le reste de cette lettre traite de sujets étrangers à ce qui nous occupe à présent.

Les trois lettres qui suivent, ne portent que la date du mois, sans millésime. Le 17 Juin BOULLIAU écrit à HUYGENS, et lui communique que PASCAL a reçu de GALILÉE un instrument qui grossit prodigieusement les objets, et au moyen duquel on aperçoit près de Saturne quelque chose qui lui semble extraordinaire. GALILÉE avait fait cette même observation, et malgré la faiblesse de sa vue, il avait cru apercevoir un satellite de Saturne, faisant sa révolution autour de cette planète, ainsi qu'il l'avait marqué en note, dans l'espace de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$. Lui, BOULLIAU, avait cherché maintes fois à constater la réalité de ce fait, sans y avoir réussi. Donc il envoyait à HUYGENS l'instrument, accompagné d'une instruction faite par GALILÉE lui-même. Il poursuit: „Voyez donc par vous mesme, si plus „heureux serez. Alors la gloire vous en appartiendra."

A cette lettre il y a une réponse de HUYGENS datée du 2 Décembre. L'envoi de BOULLIAU lui avait été fort agréable. Il avait étudié et perfectionné l'instrument, au point de grossir les objets plus de cent fois. Puis s'en étant servi, il avait *revu* non seulement l'anneau, *dont il avait déjà entretenu* BOULLIAU, mais encore il avait découvert parfaitement le satellite que GALILÉE disait avoir aperçu, et par une observation continuée pen-

dant plus de deux mois il s'était convaincu que le temps périodique de ce satellite autour de la planète était en effet de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$. Son intention serait de donner le nom de GALILÉE à ce satellite de Saturne, mais avant de communiquer cette découverte à la société, il attend un conseil de BOULLIAU, dont il veut faire dépendre sa décision.

Or BOULLIAU répond à HUYGENS, à la date du 22 Décembre, qu'il ne voit pas la raison, pourquoi HUYGENS ne garderait pas cette découverte pour lui-même. La gloire de GALILÉE était à son apogée, et sans aucun doute, s'il vivait encore, il refuserait cette glorification, comme n'ayant donné, pour ainsi dire, que l'idée de cette découverte, dont le résultat appartenait à HUYGENS. Puis il ajoute: „Vous me comprenez. Quant à moy, au sujet „de cette affaire, vous pouvez compter sur ma discrétion."

Cette discrétion cependant paraît ne pas avoir été à l'abri de toute épreuve. Car dans une lettre ultérieure, adressée à FLAMSTEED et datée du 21 Avril 167. (manque le dernier chiffre du millésime), BOULLIAU raconte qu'au moyen d'un instrument construit par GALILÉE, HUYGENS, après l'avoir modifié, „non seu„lement découvrit l'anneau de Saturne, mais aussi son satellite, „auquel il donna le nom de GALILÉE, pour ce que ce fut ce „dernier qui l'entrevît premièrement. Mais la gloire en resta „à HUYGENS, parceque c'est luy qui le démontra."

Voilà la teneur des lettres en question. Avant de passer outre, et de démontrer l'impossibilité des faits qui y sont rapportés, résumons ces faits.

Si ces lettres sont authentiques et contiennent la vérité, alors:

1°. En 1641 déjà GALILÉE non seulement a vu le satellite de Saturne, mais il en détermina le temps de révolution. Donc il en avait observé tout ce qui se prête à l'observation, et c'est à lui qu'il faut en attribuer la découverte;

2°. HUYGENS savait cela, et au moyen de la lunette de GALILÉE, à laquelle il apporta quelques améliorations, au point de lui faire grossir cent fois les objets, il n'a fait que constater cette découverte de GALILÉE, y compris la période de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$, la faisant toutefois passer pour la sienne, conformément au conseil de BOULLIAU;

3o. Quant à l'anneau les témoignages de ces lettres se contredisent quelque peu. Selon la lettre de BOULLIAU à FLAMSTEED, ce serait encore au moyen de la lunette de GALILÉE que HUYGENS aurait *découvert* l'anneau, et non *revu*, comme sa propre lettre l'indique, impliquant que la découverte de l'anneau fut antérieure à celle du satellite.

Tantôt nous reviendrons sur ce point. Examinons d'abord de plus près les deux lettres de GALILÉE dans leur rapport avec la première lettre de BOULLIAU. Nous y rencontrons plus d'une contradiction. Dans la première lettre de GALILÉE, celle du 2 Novembre 1641, il n'est fait mention que de l'envoi d'observations, et nullement de l'instrument au moyen duquel ces observations furent faites. Or GALILÉE est mort le 8 Janvier 1642, c'est-à-dire seulement dix semaines après la date de la lettre. Donc si vraiment GALILÉE avait envoyé à PASCAL la lunette qui depuis, par l'intermédiaire de BOULLIAU, vint entre les mains de HUYGENS, cela doit avoir eu lieu dans les dernières semaines de la vie de GALILÉE, ce qui n'est guère admissible.

Quand on compare les notes que, selon BOULLIAU, PASCAL aurait reçues de GALILÉE, avec la première lettre de celui-ci, qui ne peut être antérieure que de quelques mois, il est évident que les deux lettres se contredisent. Tandis que dans la lettre du 7 Juin 1641 il s'agit de satellites au pluriel, en tout cas de plus d'un satellite, la lettre de BOULLIAU ne parle que d'un seul. Or nous avons vu qu'en effet il y a lieu de supposer avec M. CHASLES que l'auteur, qui que ce fût, a voulu désigner, non les fragments de l'anneau, mais de vrais satellites. S'il en est ainsi, GALILÉE se contredirait lui-même. Il faut que sa première lettre ou celle de BOULLIAU soit fausse. En tout cas la conclusion où arrive M. CHASLES, ne saurait être juste. GALILÉE, qui, dans une note ajoutée à la lettre du 2 Novembre, ou quelques semaines plus tard, annonce la découverte d'un satellite de Saturne, dont il donne le temps de révolution, ne peut avoir attribué le 7 Juin plus d'un vrai satellite à la planète. Posons au contraire que GALILÉE, ou l'auteur inconnu de la première lettre, par le mot satellites ait designé non de vraies lunes, mais les fragments de l'anneau, il faut nécessairement que la découverte dont parle sa note, ait été faite,

et il est probable encore que la lunette ait été construite, entre le 7 Juin 1641 et le 8 Janvier 1642. Or il est assez connu que GALILÉE dès 1637 perdit la vue sinon entièrement, du moins presque en totalité. Glissons sur ce point comme suffisamment éclairci d'autre part. Sans contredit, la lettre même de BOULLIAU en porte témoignage, la vue de GALILÉE, vieillard alors usé par les veilles et les malheurs, âgé de plus de 77 années, avait beaucoup souffert. Admettons cependant que tous ses biographes, qui le disent complètement aveugle dès l'an 1637, aient exagéré sa cécité, et que l'infirmité dont il était affecté, ne fût pas encore avancée à tel point pour le mettre hors d'état d'écrire une lettre en 1641: est-il probable, que cette infirmité lui permît de travailler et surtout de polir des lentilles, occupation qui exige une vue nette et des efforts soutenus? En outre saurait-on admettre, qu'avec une lunette qui en tout cas n'était pas des meilleures, car sans cela HUYGENS n'aurait pas eu besoin de l'améliorer, il eût découvert un objet aussi minime qu'un satellite de Saturne, et surtout qu'il eût pu en déterminer la période de révolution avec exactitude, tandis que BOULLIAU, qui à coup sûr ne manquait pas d'habitude dans l'art d'observer, déclarait n'avoir rien pu voir par la même lunette? Il faut ne pas y regarder de trop près, pour accepter de telles assertions. M. CHASLES, il est vrai, prétend que GALILÉE dans ses dernières observations fut secondé par ses disciples fidèles VIVIANI et TORRICELLI; mais s'il en fut ainsi, pourquoi avoir recours à l'étranger, pour constater ce qu'il avait trouvé? D'ailleurs est-il vraisemblable que GALILÉE et ses disciples eussent caché une découverte aussi importante à cette époque là, que celle d'un satellite de Saturne?

Exposons maintenant l'état réel des choses, et nous verrons que dans l'histoire de cette découverte, telle qu'elle est constatée par des documents imprimés en partie depuis longtemps, ou existant en manuscrits, il n'y a d'incertitude nulle part, tout étant clair et logique. Remarquons d'abord que quand il s'agira ici de manuscrits, de lettres de HUYGENS et de BOULLIAU, ces pièces de conviction ont une tout autre signification que les autographes d'un collectionneur, fût-ce mille fois un savant distingué comme M. CHASLES. Les manuscrits

Il pensait qu'en construisant des lunettes d'après les principes de sa théorie, il les ferait meilleures que celles qu'on possédait jusque là. Afin d'apprendre cet art, il s'adressa à différentes personnes dont il espérait pouvoir profiter à cet égard: les meilleurs préceptes lui furent suggérés par GUTSCHOF, professeur à Liège *).

Il se mit avec ardeur à l'ouvrage, aidé plus tard par son frère CONSTANTIN. Au commencement il ne travaillait que des lentilles d'une distance focale peu considérable, de sorte que les lunettes auxquelles elles furent adaptées comme objectifs, n'étaient pas fort longues †). Peu à peu cependant il réussit à se procurer pour les lentilles de meilleures platines; celles-ci étaient d'acier, et d'autres les fabriquaient pour lui. Dans la correspondance entre CHRÉTIEN et son frère CONSTANTIN vers la fin de 1655, quand le premier se trouvait à Paris, il est plusieurs fois fait mention d'un certain KALTHOF ou KALTHOVEN (on trouve les deux noms) comme du fabriquant des platines d'acier. Ces platines d'abord n'avaient pas la forme requise; quelquefois pour la leur rendre, il fallait aux frères dix jours de travail. D'autres gens encore qui les assistaient sont nommés dans cette correspondance, comme DIRK ou l'homme de l'Achterom, maître CORNELIS etc. §). Les frères avaient beaucoup de peine à se procurer des morceaux de verre qui leur convenaient. Il leur fallait des glaces de miroir, mais le plus souvent elles étaient trop minces, et se courbaient étant travaillées, de sorte que la forme était manquée; ou elles avaient des stries, l'effet d'un mélange irrégulier, ce qui rendait les images diffuses. Ils essayèrent des glaces d'une fabrique de Harlem, d'une autre de Bois-le-Duc, puis du verre vénitien et français, mais ce n'était que rarement qu'ils réussissaient à trouver ce dont ils avaient besoin.

Enfin pourtant ils parvinrent à surmonter toutes les difficultés. Le 3 Février 1655 CHRÉTIEN avait achevé son premier objectif pour une lunette de longueur passable; la dis-

---

*) Voir les lettres à GUTSCHOF, dont la première porte la date du 4 Nov. 1652. UYLENBROEK l.l. Ann. 10 et 16.

†) Voir la lettre à T. B. MOCCKI, chez UYLENBROEK, l.l. p. 29.

§) UYLENBROEK, Ann. 18, 19, 20, 21, 22 et 23.

tance focale était de 10 pieds. Bientôt il en eut un second de 12 pieds. C'est avec ces lunettes que HUYGENS a fait ses premières découvertes. Le verre de 10 pieds, comme la Section ne l'ignore pas, a été retrouvé dans le cabinet de physique d'Utrecht *). C'est à cette lentille que se rapportent les mots suivants, qui se trouvent avec d'autres notices de la main de HUYGENS sur une feuille de papier détachée parmi ses manuscrits †).

De phaenomenis Saturni et lunula. Quale primum telescopium meum. Lens superficierum alteram planam ex speculo habebat, exili apertura. Tanto mirabilius, annulum fuisse repertum. Diligentia mira in observando per hyemem, tertia post mediam noctem vigente gelu. Ex Neuraei epistola de Gassendo, qui moriens delegabat amicis hanc de Saturno disquisitionem. De lunula mea Gassendo diversa.

Remarquons en passant que GASSENDI est mort le 24 Octobre 1655.

Ces premières lunettes de HUYGENS avaient un grossissement d'environ 50 fois. Quelque temps après il en acheva une de 23 pieds de longueur, qui avait un grossissement de cent fois. En communiquant cela §) il ajoute immédiatement, que GALILÉE n'avait pu atteindre qu'un grossissement de 30 fois. Audace vraiment remarquable, qu'à juste titre on qualifierait d'effronterie, si HUYGENS se fût servi d'une lunette de GALILÉE, qu'il aurait seulement perfectionnée! HUYGENS dit expressément **), que ce ne fut que le 19 Février 1656 qu'il commença à se servir de sa lunette de 23 pieds, c'est-à-dire de celle qui grossissait les objets 100 fois. Or c'est un fait connu, que dans une même lunette, des points lumineux visibles à peine, se montrent beaucoup mieux par un faible que par un fort grossissement. Si l'on suppose que GALILÉE ait possédé une lunette qui supportait un grossissement de 100 fois, alors HUYGENS en lui donnant un tel grossissement, l'aurait gâtée et non améliorée pour l'observation du satellite. Mais nous croyons

---

*) Pour les détails de cette trouvaille voir *l'Album der Natuur*, 1867, p. 274 et suiv.

†) UYLENBROEK, Ann. 18.

§) *Systema Saturnium, Opera varia.* T. II. p. 538.

**) *Systema Saturnium*, p. 541.

avoir suffisamment démontré, que HUYGENS n'avait nullement besoin d'une lunette de GALILÉE ou de qui que ce fût, puisqu'il construisait ses lunettes lui-même.

Arrêtons-nous maintenant aux deux premières découvertes faites au moyen de ces instruments.

Si la lettre susdite de BOULLIAU était authentique, il s'ensuivrait, que HUYGENS découvrit premièrement l'anneau et puis la lune. Or c'est précisément le contraire qui a eu lieu. Et se pourrait-il autrement? Pour s'assurer qu'un petit corps dans le voisinage d'une planète n'est pas une étoile fixe, mais une lune, on n'a qu'à l'observer pendant deux ou trois soirs. Quant à l'anneau, c'est tout autre chose. Celui-là exigeait des observations suivies durant une longue série de mois, afin de conclure des phases différentes de son aspect, quelle en est la forme véritable et l'obliquité sur l'écliptique. Ceci à lui seul suffirait, pour traiter de fable tout ce qu'en racontent les lettres produites par M. CHASLES. Mais tantôt nous fixerons l'attention sur des invraisemblances qui sautent aux yeux.

Le 3 Février 1655 HUYGENS avait achevé son objectif de 10 pieds. Aussitôt qu'il en eut fait une lunette, il la dirigea vers le ciel. Le 25 Mars suivant, à 8 heures environ du soir *), il vit la planète avec ses deux bras épars de chaque côté en ligne droite, et à l'occident à une distance d'à peu près 3 minutes une petite étoile, presque dans le même alignement que les deux bras, et qu'il se ressouvint d'avoir vue déjà près de la planète quelques jours auparavant; il en conjectura que cette petite étoile pourrait bien être une lune. Une autre petite étoile se montrait de l'autre côté de la planète à une distance un peu plus grande, et beaucoup au-dessous des deux bras. Le lendemain, 26 Mars, la première des petites étoiles n'avait presque pas bougé, mais l'autre s'était éloignée de la planète à la double distance à peu près, son mouvement apparent équivalent au chemin que Saturne avait franchi dans le même temps. C'en était assez. La première des petites étoi-

*) L'heure précise est indiquée dans le *Systema Saturnium*, non pas dans l'opuscule *De Saturni Luna*.

les était donc un satellite, qui appartenait à la planète et l'accompagnait dans son orbite, l'autre était une étoile fixe. Le 27 Mars la différence s'était accrue encore. La première des deux petites étoiles s'était un peu rapprochée de la planète, l'autre avait continué de s'en éloigner.

Les jours qui suivirent, un ciel couvert ne permit pas d'observations; ce ne fut que le 3 Avril que HUYGENS put les reprendre: la première des petites étoiles, disons la lune, se trouve être arrivée à l'autre côté, à l'orient de Saturne, derechef à une distance de 3 minutes de la planète.

De cette manière HUYGENS continua d'observer Saturne, chaque jour que le ciel était propice, et de noter la place que la lune occupait *). Au bout de trois mois, à l'exemple de GALILÉE il envoya à différents astronomes l'anagramme suivante:

Admovere oculis distantia sidera nostris VVVVVVV CCC RR H N B Q X,

dont la permutation présente le sens:

Saturnus luna sua circumducitur sexdecim diebus horis quatuor.

Il écrivit à WALLIS en la lui envoyant:

Perspicillum mihi nuper paravi 12 pedum longitudine quo vix aliud praestantius reperiri existimo, quum antehoc nemo viderit quod ego observavi.

Suit l'anagramme †).

Quoique HUYGENS ne divulguât pas tout de suite sa découverte, la cachant sous le masque usité en ce temps d'une énigme de lettres — et nous verrons tantôt, qu'en vérité le moyen n'était pas mal choisi pour s'assurer la priorité — il n'hésitait pas à la communiquer à diverses personnes.

Il montrait la lune nouvellement découverte à ses amis §). Aussi les derniers mots de la note mentionnée à la page 361 indiquent, que déjà peu de temps après il donna à GASSENDI la solution de son énigme. Il en agit de même envers d'autres savants français. Vers la dernière moitié de 1655 il se trouvait à Paris pour la première fois, après avoir obtenu le grade de Doc-

*) Voir le registre de ces observations dans le *Systema Saturnium*, p. 541 – 548.

†) UYLENBROEK, l. l. *Ann.* 11.

§) „Ostendique amicis.” *De Saturni Luna. Opera Varia*, p. 724.

teur en droit à l'Académie protestante d'Angers. C'est alors qu'il fit connaissance avec divers savants, entre autres avec BOULLIAU, qu'il n'avait *jamais* rencontré *auparavant*. Ces savants l'invitaient à publier sa découverte, comme le prouve une lettre à GUTSCHOF †) à l'occasion de l'envoi d'un exemplaire de son livre, lettre qui rend témoignage en même temps de sa gratitude pour des services rendus:

De Saturno observationem nostram tibi mitto, vir praestantissime; te enim autore primum perspicillis animum adjeci, tu mihi praecepta artis nobilissimae suppeditasti. Ergo et profectus mei rationem tibi prae omnibus ut reddam aequum est. In Gallia nuper agenti sensere viri aliquot insignes, ut novum hoc phaenomenon publici juris facerem, neque alias mihi in mentem venisset..."

L'opuscule intitulé *de Saturni luna observatio nova*, où HUYGENS donne un aperçu de sa découverte est daté Hagae Com. 5 Mart. 1656. Donc il parut moins d'une année après la découverte, et neuf mois après que l'anagramme avait été distribuée. Cet opuscule se termine par une anagramme nouvelle, que HUYGENS proposait aux astronomes. La voici:

AAAAAAA CCCCC D EEEEE G H IIIIIII LLLL MM NNNNNNNNN PP Q RR S TTTTT UUUUU.

Ce ne fut que trois ans plus tard, en 1659, que dans son *Systema Saturnium*, il en publia la solution:

Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato.

De nature cependant HUYGENS n'était pas un homme mystérieux. S'il l'eut été davantage, son invention des horloges à pendule ne lui aurait pas été escamotée par l'horloger DOUW à Rotterdam, qui avait attrapé le secret, même avant que HUYGENS en eût demandé lettre patente; il s'ensuivit un procès, qui lui causa beaucoup de désagréments. Non vraiment, les épithètes de „*candide et ingénu*," dont on l'avait gratifié, comme nous avons vu, étaient bien méritées, et il communiquait volontiers ses découvertes à quiconque s'y intéressait, avant de les avoir publiées. Il en agit ainsi par rapport à la lune et à l'anneau de Saturne. Une lettre de HUYGENS à BOULLIAU, à la date du 26 Décembre 1657, conservée dans la Bibliothèque

†) UYLENBROEK, Ann. 16.

Impériale de Paris, nous apprend qu'il lui envoya une esquisse de Saturne avec son anneau, le priant de la garder provisoirement pour lui. Vu ce qui précède, cette prière n'avait rien d'extraordinaire; car c'était deux années avant que parût le *Systema Saturnium*, dont la rédaction l'occupait alors. Il est inconcevable, que M. CHASLES dans la séance de l'Académie des sciences de Paris du 16 Décembre dernier ait pu citer cette lettre comme tendant à confirmer la correspondance par lui produite de HUYGENS et BOULLIAU *).

Il ressort de ce qui précède, que l'histoire de la découverte du satellite de Saturne par HUYGENS est complètement connue jusqu'aux moindres détails. Elle n'offre aucune de ces obscurités que l'on rencontre à l'ordinaire partout, là où il y a quelque chose à cacher. Au contraire les faits s'enchaînent de la manière la plus naturelle, ne laissant pas de place au doute. Rien que la lecture de la narration simple et minutieuse faite par HUYGENS lui-même, doit procurer à quiconque est sans préjugés, l'intime conviction, qu'ici il ne peut y avoir de réticence; que HUYGENS ne cache pas la moindre chose, et qu'il est bien loin de s'approprier clandestinement une découverte, dont on lui aurait fait part. Mais il y a plus. Examinons un des faits prétendus d'un peu plus près, et il paraîtra de la manière la plus évidente, que des lettres qui contiennent de telles choses, doivent être l'oeuvre d'un faussaire.

Il suit de l'anagramme susdite, que HUYGENS, trois mois après la découverte de la lune, lui assignait une période de 16 jours et 4 heures. Lors de la publication de son opuscule *de*

---

*) La lettre de DESCARTES au R. P. MERSENNE, que dans la séance du 6 Janvier dernier M. CHASLES a invoquée (*Comptes rendus*, T. LVI. p. 34) ne prouve pas davantage. DESCARTES y dit: „Il me semble que vous m'avez autrefois mandé qu'il (GASSENDI) a la bonne lunette de GALILÉE; je voudrais bien sçavoir si elle est si excellente, que GALILÉE a voulu faire croire et comment paroissent maintenant les satellites de Saturne par son moyen."

Est ce que M. CHASLES voudrait identifier cette lunette avec celle, que HUYGENS aurait reçue?

De ce que GASSENDI ait eu une lunette de GALILÉE, supérieure peut-être à celle qui lui fit découvrir les satellites de Jupiter, s'ensuit-il l'envoi d'une lunette à HUYGENS? Voilà une conclusion, pour le moins très hasardée. Il est évident d'ailleurs que les satellites de Saturne dont cette lettre fait mention, ne sont autres que les fragments de l'anneau.

Saturni Luna, neuf mois plus tard, quand durant ce temps il eut assidûment continué ses observations, il corrigea ce chiffre. Il avait reconnu que le satellite faisait sa révolution en 16 jours précis, ni plus ni moins. Il y dit: „Tempus vero sexdecim dierum tam exacte circuitum planetae *) metitur, ut cum annus jam et amplius a primis observationibus effluxerit, nihil adhuc aut abundare aut deficere deprehendatur, quoquo loco praedicimus ibi sese in coelo sistat." Néanmoins il y revient encore trois ans plus tard. Dans le *Systema Saturnium* †) il s'étend au large sur le problème du temps de révolution, et il finit par conclure que la période synodique est de 15 jours 23 heures et 13 minutes, et la période sidérale de 15 jours 22 heures et 39 minutes. Donc le dernier résultat, après que les observations ont duré quatre ans, diffère de 1 heure et 21 minutes du second, et pas moins de 5 heures et 21 minutes du premier.

Or on lit dans la prétendue lettre de BOULLIAU, que GALILÉE avait trouvé que la lune faisait sa révolution autour de la planète dans l'espace de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$ (40 minutes), et dans celle de HUYGENS, que le temps périodique de ce satellite autour de Saturne était bien de 15 jours 22 heures $\frac{2}{3}$, comme GALILÉE l'avait dit.

On sait maintenant, que selon les déterminations de BESSEL et autres, qui ont eu à leur disposition des instruments bien autrement parfaits, cette période, après des observations de nombre d'années, est fixée à 15 jours 22 heures 41 minutes et 25 secondes. Il n'est guère admissible que GALILÉE, après n'avoir observé qu'une demi année au plus, et HUYGENS après deux mois seulement, aient déterminé la période du satellite avec une telle exactitude, qu'elle ne différât pas même d'une minute et demie de la vraie période, mais c'est absurde absolument de supposer que HUYGENS, connaissant à peu près la vraie période, y ait substitué dans ses écrits à plusieurs reprises des chiffres

*) Dans les premiers temps HUYGENS désignait souvent le satellite par la dénomination de planète.

†) p. 351.

très défectueux, avant de se résoudre enfin à publier ce qu'il savait être exact.

Nous pourrions terminer ici notre Rapport, si ce n'était, que nous sommes encore en état de répandre quelque lumière sur les relations qui ont existé entre BOULLIAU et HUYGENS. Nous avons vu déjà, que dans la prétendue lettre de HUYGENS à BOULLIAU il y a les mots: *dont je vous ai entretenu.* Le verbe *entretenir*, il faut en convenir, peut désigner une communication épistolaire: il est plus que vraisemblable pourtant, que l'auteur de la lettre fasse allusion à une conversation lors d'une rencontre personnelle. Or il n'y a nul doute, que la première visite de HUYGENS à Paris ait eu lieu dans la dernière moitié de 1655, quelques mois par conséquent après qu'il avait découvert le satellite. Depuis HUYGENS et BOULLIAU ne se revirent qu'en 1657, lorsque BOULLIAU vint en Hollande avec l'ambassade de DE THOU, à la fin du mois d'Avril *). Arrivé à la Haye, BOULLIAU écrit à HUYGENS la lettre suivante, la première de 41 lettres de BOULLIAU, qui furent conservées par HUYGENS, avec des notices du contenu des lettres que lui-même avait écrites à BOULLIAU, et qui font partie de la collection de manuscrits, léguée par lui à la Bibliothèque de l'Université de Leyde:

A la Haye, le 27 Avril, au soir 1657.

Monsieur

Vous excuserez je m'asseure les occupations dans lesquelles je me trouve, qui m'ont empesché d'aller vous rendre en personne les civilitez que je vous doibs, et vous donner des tesmoignages du ressentiment que je conserve de l'honneur que vous m'avez faict pendant vostre séjour à Paris, où vous m'aviez faict la faveur de me voir quelquefois. En attendant que je m'acquite de ce devoir, je vous escris ce billet et je vous envoye un exemplaire de mon livre *de Spiralibus*. Vous le recevrez comme une marque de l'estime que je fais de vous et de l'honneur de votre amitié. Je vous supplie aussi de me croire,

Monsieur

Vostre très humble et très obéissant servit.
BOULLIAU.

La première notice de HUYGENS ayant rapport au contenu d'une lettre de lui à BOULLIAU, la voici:

---

*) Voir WAGENAAR, *Vaderlandsche Historie*, T. XII, p. 449.

26 Décembre 1657.

A Mr. BOULLIAU

De mon observation de Saturne et sa figure, que je lui envoye et du satellite, qu'il ne suit pas le plan de l'anneau qui l'environne. Défence afin qu'il ne découvre pas mon Hypothèse. De l'horoge (*sic*) du Grand Duc. Que peut estre l'invention leur est venue d'icy, si c'est la mienne, ce que je désire de savoir. Du grand horloge à Sceveling. Et si l'on n'en fait pas encore à Paris.

Quand on compare cette minute à la lettre déposée dans la Bibliothèque Impériale, dont M. CHASLES a donné lecture dans la séance de l'Académie du 16 Décembre, il est clair, que nous en avons l'extrait devant nous. Sans aucun doute ce sera confirmé par le reste de la lettre, que M. CHASLES n'a pas fait imprimer.

Nous pouvons nous dispenser de relever la grande différence qui existe entre le ton de la lettre du vrai BOULLIAU et sa contrefaçon. Il n'y a rien dans cette lettre, ni dans aucune des autres que renferme la collection, qui puisse faire supposer le moins du monde que jamais BOULLIAU ait été quasi compère de HUYGENS. Non seulement BOULLIAU voit en HUYGENS un savant de haut renom, mais il le considère comme le fils d'un diplomate influent Hollandais, à l'égard duquel il observe des formes respectueuses, et qu'il se serait bien gardé d'insulter par des insinuations malhonnêtes.

Veut-on connaître l'opinion du vrai BOULLIAU sur le vrai HUYGENS, qu'on lise sa lettre du 9 Mai 1659. BOULLIAU lui mande avoir reçu des nouvelles du Grand-Duc de Toscane, qui paraît croire que GALILÉE ait devancé HUYGENS dans l'invention des horloges à pendule *). BOULLIAU poursuit:

J'ay respondu sur cela à S. A. serenme, que je scavois que vous tiendrez à honneur et que vous croirez mériter de la gloire, si vous estes tombé dans les mesmes pensées que GALILEI a eues, et que vous estiez si comme

*) Au sujet de cette question, quoique hors du cadre que nous nous somm tracé, remarquons que si M. BOQUILLON qui, dans les *Annales du Conservatoire Impérial des arts et métiers de* 1862, défendit les droits de GALILÉE à l'invention des horloges à pendule, eût connu l'ample mémoire de VAN SWINDEN, cité à la page 358, où sont communiqués tous les documents officiels et authentiques qui ont rapport à cette priorité, à coup sûr il serait revenu de son opinion.

d'honneur et si sincère, que vous ne desrobberez jamais la réputation d'autruy pour vous l'attribuer. Vous avez de l'esprit au delà de l'ordinaire fertile en de très belles inventions, et ainsi pour vous satisfaire et pour vous acquérir de la renommée, vous n'avez pas besoin des inventions d'autruy.

Lorsque BOULLIAU écrivait ces lignes, assurément il était bien loin de penser, qu'en ce moment-là il rendait un témoignage à HUYGENS qui, après un laps de deux siècles, servirait à prouver, qu'ils étaient d'honnêtes gens tous les deux.

Ce n'est que dans sa lettre du 21 Novembre 1659 que BOULLIAU émet un jugement sur le *Systema Saturnium*. La découverte du satellite, comme chose avérée depuis longtemps déjà, il la passe sous silence, mais il déclare ne pas être convaincu encore tout à fait quant à l'anneau.

Ce qui est digne de remarque enfin, c'est que BOULLIAU dans mainte et mainte lettre exprime une grande impatience de recevoir des verres de lunette, que HUYGENS lui avait promis. Il les reçut enfin et le 4 Avril 1659 il lui en manifesta sa gratitude en disant „que diamants ni rubis ne lui auraient été plus agréables." Voilà donc les rôles intervertis. Au lieu d'avoir besoin pour ses découvertes d'une lunette de GALILÉE, que BOULLIAU lui aurait envoyée, c'est HUYGENS au contraire qui fait parvenir à BOULLIAU des lentilles de lunette, pour lesquelles celui-ci lui offre ses remerciements dans les termes les plus chaleureux.

Finissons notre tâche, en résumant. Nous croyons avoir clairement démontré:

1°. que les lettres produites par M. CHASLES, lesquelles attaquent la probité et la bonne renommée de CHRÉTIEN HUYGENS, manquent de tout caractère interne qui prouve leur authenticité;

2°. que ces lettres sont en contradiction évidente l'une avec l'autre;

3°. qu'elles ne s'accordent nullement avec d'autres documents, dont la véracité n'admet pas le moindre doute.

P. HARTING,
F. KAISER,
J. BOSSCHA Jr.

RAPPORT

BETREFFENDE DE

ELODEA CANADENSIS,

UITGEBRACHT IN DE GEWONE VERGADERING DER KON. AKADEMIE (AFDEELING NATUURKUNDE) VAN DEN 25sten JANUARI 1868.

De ondergeteekenden, door de Natuurkundige Afdeeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen in hare Vergadering van 30 Nov. jl. uitgenoodigd, haar te willen dienen van voorlichting en raad ter zake van de uitroeiing of beteugeling van *Elodea canadensis*, eene waterplant, die de scheepvaart en de visscherij belemmert, en, volgens een schrijven van de Provinciale Staten van Overijssel aan Z. Excellentie den Minister van Binnenlandsche Zaken, onlangs ook in die provincie, en wel in de Willemsvaart, ontdekt werd, hebben de eer, omtrent deze aangelegenheid het volgende te berichten.

Elodea canadensis RICH., eene soort uit de afdeeling der Hydrilleeën onder de familie der Hydrocharideeën, is van Noord-Amerikaanschen oorsprong, en werd (zie voor deze en vele andere bijzonderheden de verhandeling van R. CASPARY in PRINGSHEIM's *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, I, p. 377) in Europa het eerst in 1836 in een vijver bij Warrington in Ierland, onmiddellijk nadat daarin eenige exotische waterplanten waren overgebracht, gevonden. In 1842 trof men haar het eerst in Schotland, in het meer van Dunse-Castle in Berwickshire, en in 1847 het eerst in het midden van Engeland, in vijvers bij Market-Harborough in Leicestershire, aan. Sedert verspreidde zij zich door de drie genoemde landen bijzonder snel, zonder eenige opzettelijke hulp van buiten, en werden er ook weldra klachten gehoord over het ongerief, dat zij niet alleen aan de

scheepvaart en de visscherij berokkende, maar ook over de beletselen, die zij aan het openen en sluiten van sluizen, en aan den geregelden afvoer van water op vele plaatsen in den weg stelde. — In België werd de plant het eerst gezien in 1862, in slooten rondom Gend.

De eerste berichten omtrent het verschijnen van *Elodea canadensis* in ons vaderland dagteekenen van het jaar 1861, en zijn van de hand van ons medelid MIQUEL. Men vindt ze in het eerste en eenige deel van zijn *Journal de Botanique Néerlandaise*, p. 29. — Het blijkt uit die mededeeling, dat de wateren der stad Utrecht en omstreken het eerst door de *Elodea* verontreinigd zijn geworden, en dat deze plant, in den zomer van 1860, zich aldaar reeds op zoo uitgebreide schaal had vermenigvuldigd, dat toen reeds voorspeld konde worden, dat hare nadeelen ook bij ons niet zouden achterblijven. Sedert heeft die voorspelling zich maar al te goed bevestigd. De Heeren VAN DER SANDE LA COSTE en SURINGAR vonden de plant in 1863 in de nabijheid van Leiden, de Heeren ABELEVEN en H. C. VAN HALL in de Waal bij Nijmegen, terwijl de eerst ondergeteekende haar in 1864 in de vaarten tusschen Naarden en de zanderijen, en beide rapporteurs haar in de jaren 1866 en 1867 in vaarten en slooten rondom Rotterdam aantroffen. Volgens de mededeeling, welke aanleiding gaf tot dit rapport, is zij onlangs ook in de Overijsselsche wateren gezien.

De vraag, hoe de *Elodea* zich vermenigvuldigt, en wel met zulk eene kracht, dat zij binnen betrekkelijk weinig tijds vrij breede kanalen verstopt, moet als volgt beantwoord worden.

Vooreerst geschiedt die vermenigvuldiging — in Europa — niet door zaad. Men kan dit met volkomen zekerheid voorop stellen, omdat *Elodea canadensis*, in het werelddeel dat wij bewonen, tot hiertoe alleen in haar tweehuizigen vorm is waargenomen. Nergens, noch in Engeland, Schotland en Ierland, noch in België, noch bij ons, zijn ooit andere dan vrouwelijke exemplaren gezien. Goed gevormde meeldraden, met stuifmeel in hunne helmknoppen, ontbraken bij alle onderzochte individuen. Evenmin kan die vermenigvuldiging op de rekening van uitloopers gesteld worden, daar deze organen bij de geheele afdeeling der Hydrilleeën ontbreken.

Ongelukkigerwijze echter wordt de onmogelijkheid om zich door zaad of uitloopers staande te houden bij de *Elodea* opgewogen door de taaiheid van haar leven, waaronder wij verstaan, dat zij 1° in haar geheel, hoewel getemperd in haren groei, overwintert, en 2° dat elk stengellid der plant, bijaldien het slechts met een bladknop is toegerust, van het moederlijk voorwerp gescheiden, blijft voortleven en tot een zelfstandig individu opgroeit. Houdt men nu in het oog dat de lengte van een *Elodea*-stengel 3 tot 8 decimeters bereiken kan, en dat hij uit leden bestaat van gemiddeld 1 centimeter lang; verder, dat er op de grens tusschen elke twee leden, d. i. aan elken knoop één tot drie knoppen zich ontwikkelen kunnen, dan blijkt het, dat een enkel individu, nog niet eens in het allergunstigst geval, óf 30—80 takken, óf even zoo vele nieuwe planten zou kunnen voortbrengen, eene berekening, die, voor overdreven gehouden, gerust tot $\frac{1}{4}$ der waarden teruggebracht kan worden, zonder dat daaruit zou behoeven voort te vloeien, dat *Elodea* niet nog veel boven andere waterplanten in de gemakkelijkheid harer verspreiding voorheeft.

Uit dit alles vloeit voort, dat *Elodea canadensis*, waar zij zich eenmaal genesteld heeft, snel kan voortwoekeren, en is het niet te verwonderen, dat men hare verschijning in den regel eerst dan bemerkt, als de uitbreiding reeds eene aanzienlijke hoogte bereikt heeft. Meermalen is het uitgesproken dat *Elodea canadensis*, in de wijze waarop zij zich vermenigvuldigt, met het Eendekroos is gelijk te stellen, en die bewering is volstrekt niet overdreven. Want die overeenkomst spiegelt zich niet alleen af in de gemakkelijkheid, waarmede beide planten — zoo te zeggen — zich in jongen oplossen, maar ook in de bijzonderheid, dat de *Elodea*, evenmin als de Kroosplanten, een vasten bodem noodig heeft om te tieren. Een stukje, van een knop voorzien, drijft voort en ontwikkelt zich verder, in het eene geval onder het maken van vlottende bijwortels, in het andere zonder dat, maar ook zonder dat de plant daardoor achterlijk blijft.

En zoo komen wij tot de beantwoording der belangrijke vraag, ons voorgelegd, of er middelen bestaan, waardoor *Elodea canadensis* uitgeroeid of hare verspreiding beteugeld kan worden.

Uit de kennis, dat de plant zich bij ons niet uit zaad vermenigvuldigt, kan reeds worden afgeleid, dat het noodelooze moeite zoude wezen, haar gedurende haren bloeitijd af te maaien, wat anders wel in aanmerking zoude kunnen komen Wij stappen dan ook dadelijk van dit denkbeeld af, en vragen liever of men haar ook zou kunnen uitroeien, door haar, onder water, door middel van harken of dreggen te ontwortelen en op te visschen?

Ook tegen deze wijze van handelen bestaat helaas! een groot bezwaar, en wel in de broosheid der stengels, die zulk eene ruwe bejegening niet weêrstaan, zonder af te breken en in stukken verdeeld te worden. De laatste omstandigheid zou dan alleen zonder nadeelig gevolg kunnen blijven, als alle stukken zorgvuldig werden opgevischt; maar, ook al werd aan dit vereischte voldaan, toch zou de *Elodea*, door de thans besproken wijze van handelen, niet kunnen worden uitgeroeid, omdat daarbij het onderst gedeelte van de meeste harer stengels in ongerepten staat zou achterblijven.

De eenige wijze, waarop de ontworteling en tevens de geheele vernietiging van *Elodea canadensis* bewerkstelligd zoude kunnen worden, zou deze wezen, dat de kanalen, waarin zij zich genesteld heeft, al of niet leeg gepompt, en dat de bodem dier kanalen werd uitgebaggerd. Dat deze handelwijze goede uitkomsten kan opleveren, is te dezer stede in den hortus botanicus gebleken, waar een kleine vijver, nadat men er eenige planten van *Elodea canadensis* had ingeworpen, binnen een paar jaar daarmede geheel was volgegroeid. Toen men dezen vijver had laten leeg loopen, en hem daarna meer dan 1 Rijnl. voet had uitgediept, is de plant daarin later nooit weêr teruggekomen.

In het *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique,* I, p. 36 (A°. 1862) drukt de heer CRÉPIN zich over de verdelging van *Elodea canadensis* aldus uit: „Il n'existe qu'un seul moyen pour la faire disparaître des lieux envahis, c'est d'opérer le dessèchement complet des mares et des fossés, et si c'est possible, pendant l'hiver surtout ou pendant les grandes chaleurs de l'été. Le froid et la sécheresse peuvent seuls la détruire." Wij gelooven echter dat die voorslag, wat het 2e gedeelte betreft, volstrekt geene zekerheid tot welslagen oplevert, daarge-

laten, dat hij voor vaarten en kanalen met eene drukke scheepvaart onuitvoerbaar zou wezen. Niemand ook kan te voren zeggen, of er zooveel koude of zooveel warmte te wachten is, dat de dood der *Elodea* daarvan het noodzakelijk gevolg zou moeten wezen, en daarenboven zoude het droog gemaakte terrein telkens weder door regens onder water gezet kunnen worden.

Volledigheidshalve voeren wij nog aan, dat *Elodea canadensis* volgens CASPARY, in het meer van Dunse-Castle in Schotland, waar zij het eerst in Europa werd opgemerkt, uitgeroeid is geworden door zwanen, doch dat eene proef met deze dieren, tot het zelfde doeleinde genomen in de Trent, bij Burton-upon-Trent, tot geen gewenscht gevolg geleid heeft.

Of er nu mogelijkheid bestaat om den hierboven aangeprezen maatregel van droogmaking en uitbaggering, die gebleken is in het klein goede uitkomsten te kunnen opleveren, ook in het groot toe te passen, vooral waar het wateren geldt, die veel bevaren worden, durven wij niet beslissen, hoewel wij vreezen, dat daartegen ernstige bezwaren kunnen worden aangevoerd.

Moet men zich dan tot het uithalen der wateren blijven bepalen, dan zou de raad niet ongepast wezen, die zuivering zoo diep mogelijk te bewerkstelligen, en te zorgen, dat ook de afgebroken stukken der plant zoo volledig mogelijk werden opgevischt. Echter dient men in het oog te houden, dat elk water, 't welk niet op zich zelf staat, maar met anderen gemeenschap oefent, waar de *Elodea* zich ook genesteld heeft, doch waar geene maatregelen ter beteugeling van het kwaad genomen worden, aan nieuwe besmetting blijft blootgesteld.

Uit het hiervoren geleverde betoog, meenen wij de volgende stellingen te mogen afleiden.

1. *Elodea canadensis* kan plaatselijk worden uitgeroeid door de waterkommen of kanalen droog te maken en hun bodem uit te baggeren.

2. Waar dit niet geschieden kan, is alleen aan eene beteugeling van het kwaad te denken.

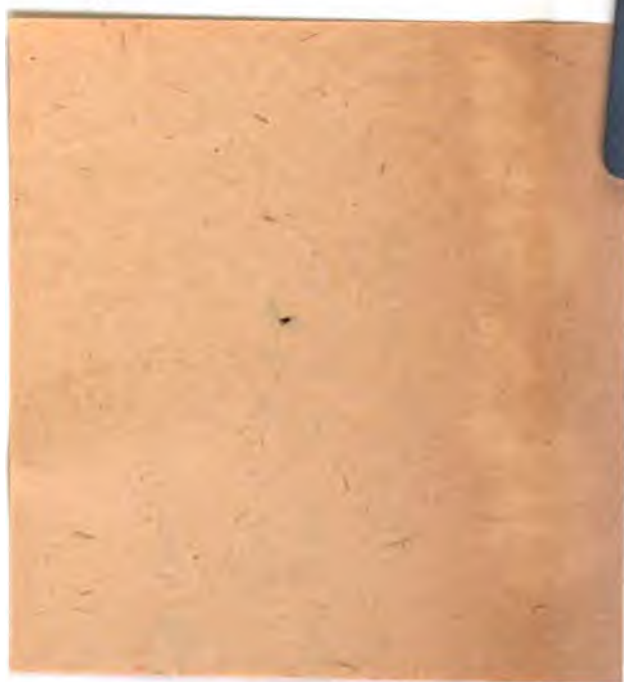
3. Die beteugeling geschiedt het doelmatigst door de wateren zoo diep en zoo dikwerf mogelijk van het onkruid te zuiveren, en te zorgen, dat daarbij ook de los ronddrijvende stukken worden opgevischt.

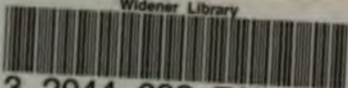
Wij nemen de vrijheid, der Afdeeling voor te stellen, een afschrift van dit rapport aan Z. Exc. den Minister van Binnenl. Zaken aan te bieden, en tevens onder de aandacht van Z. Exc. te brengen, dat er bij het gemeentebestuur van Utrecht, 'twelk tot hiertoe met de meeste inspanning tot verdelging van *Elodea canadensis* werkzaam is geweest, misschien nog wel inlichtingen te bekomen waren, voor het in praktijk brengen der voorgeslagen maatregelen niet van belang ontbloot.

De rapporteurs, leden der Akademie, Afdeeling Natuurkunde,

C. A. J. A. OUDEMANS.
N. W. P. RAUWENHOFF.

Amsterdam, 25 Januari 1868.




Widener Library
3 2044 092 715 234